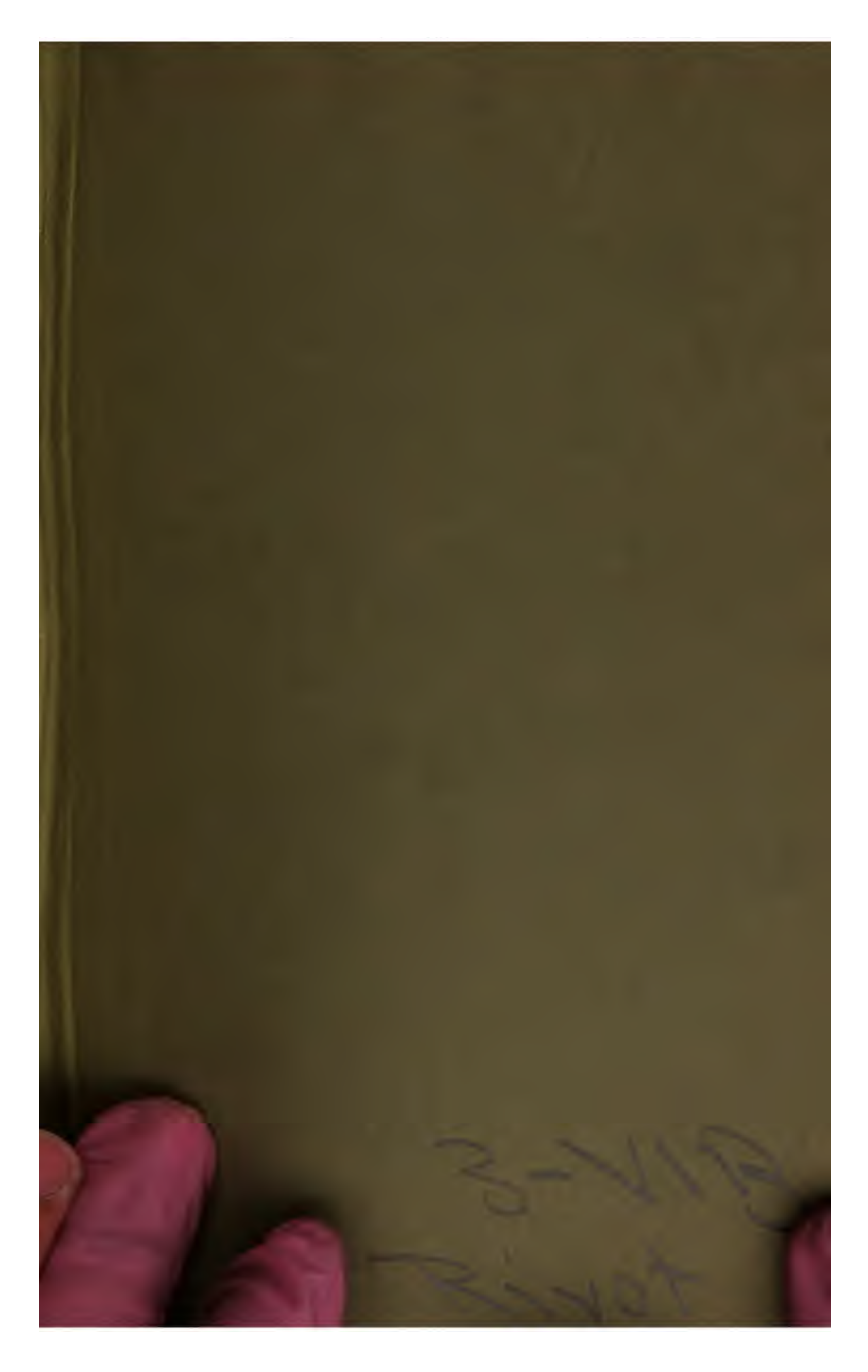






Allgemeine Grundsätze

der

Zugutemachung der metallischen Erze.

Handbuch

der

theoretisch-praktischen Hüttenkunde.

Von

Louis Édouard

E. L. Rivot,

Berg-Ingenieur und Professor der Metallurgie an der Kaiserl. Bergschule zu Paris.

Vervollständigte deutsche Bearbeitung

von

Dr. Carl Hartmann,

Berg- und Hütten-Ingenieur.

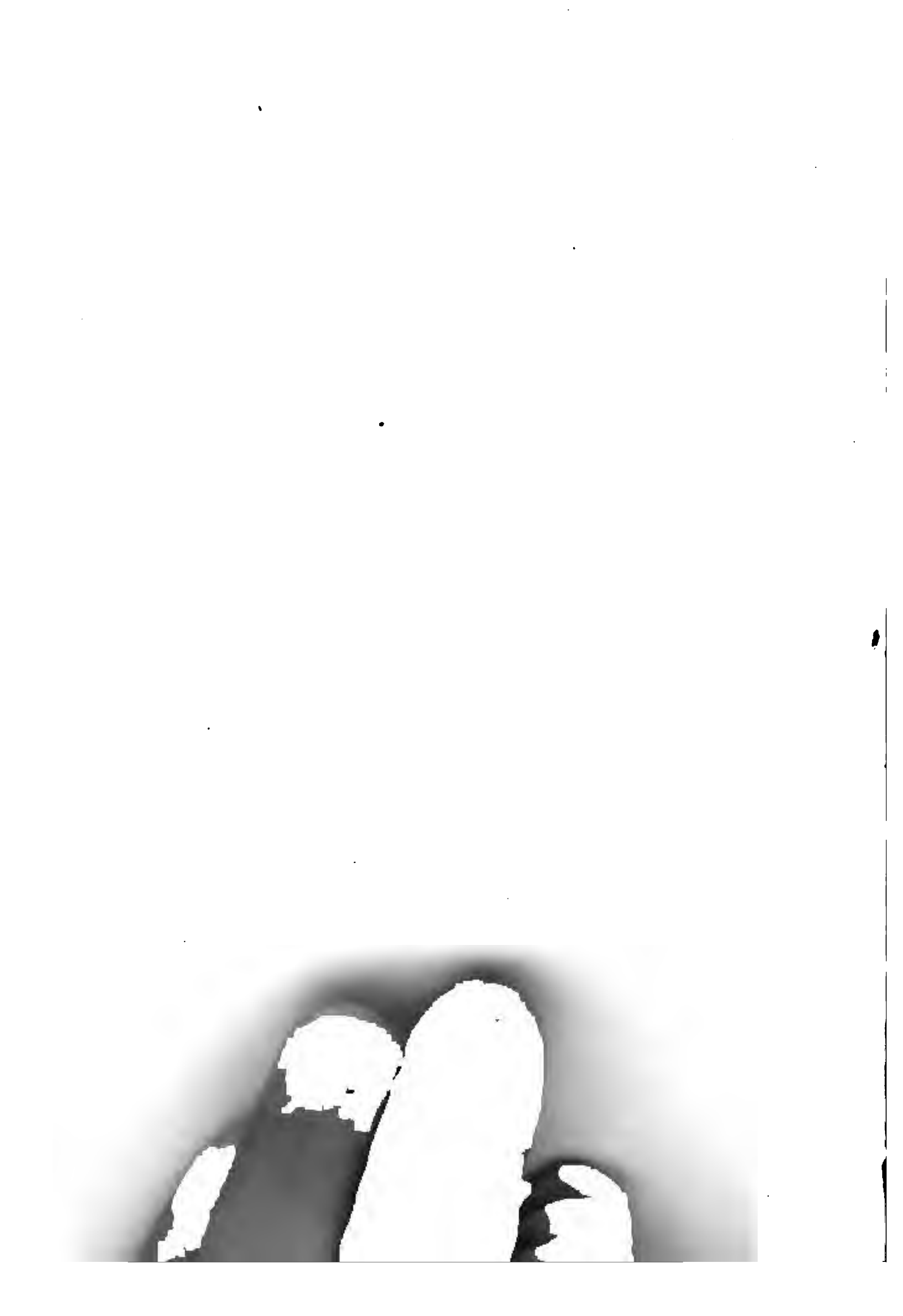
Erster Band: Die Kupferhüttenkunde.

Mit 5 lithographirten Tafeln.

Naumburg, Druck und Verlag von G. Pätz.

Leipzig, Wolfgang Gerhard.

1860.



Allgemeine Grundsätze
der
Zugutemachung der metallischen Erze.

Handbuch
der
theoretisch-praktischen Hüttenkunde.

Von
Louis Édouard
E. L. Rivot,
Berg-Ingenieur und Professor der Metallurgie an der Kaiserl. Bergschule zu Paris.

Vervollständigte deutsche Bearbeitung
von
Dr. Carl Hartmann,
Berg- und Hütten-Ingenieur.

Erster Band: Die Kupferhüttenkunde.



Mit 5 lithographirten Tafeln.

Hamburg, Druck und Verlag von E. Pätz.

Leipzig, Wolfgang Gerhard.
1860.

cher Erze angewendet werden, die Auseinandersetzung und die Erörterung der wichtigsten chemischen Reactionen, der durch die kommerziellen Bedingungen auf die Leitung der Prozesse ausgeübte Einfluß, sind bis jetzt erst in wenigen metallurgischen Werken berücksichtigt und erläutert worden.

Dennoch bilden diese Kenntnisse den Fundamentaltheil der Wissenschaft, denn ohne dieselben kann man nur durch zuweilen sehr langwierige, stets aber sehr kostspielige Versuche dahin gelangen, dasjenige hüttenmännische Verfahren zu bestimmen, welches am zweckmäßigsten zur Zugutemachung eines gegebenen Erzes unter besondern Verhältnissen befolgt werden muß.

Der Zweck des vorliegenden Werkes ist der, diese Lücke, welche besonders Hüttenbeamte empfinden müssen, auszufüllen und der Metallurgie oder Hüttenkunde eine entschiedene Stellung unter den applikativen Wissenschaften anzuweisen.

Der Verfasser hat es versucht, unter dem Titel: „Allgemeine Grundsätze der Zugutemachung der metallischen Erze" alle sowohl theoretischen als praktischen Kenntnissen zu vereinigen und denen, welche sich speciell mit dem Hüttenwesen beschäftigen, ein möglichst brauchbares Werk in die Hände zu geben. Es werden daher eine Reihe von Hüttenprozessen bei der Zugutemachung sehr verschiedenartiger Erze als Beispiele beschrieben, die hauptsächlichsten chemischen Reactionen, welche bei den Hüttenprozessen statt finden, erläutert, und es wird gezeigt, auf welche Weise diese Reactionen benutzt werden können, um zu Handelsproducten zu gelangen, d. h. zu Metallen, die rein genug sind, um verkauft werden zu können, oder auch zu nutzbaren Compositionen, welche ebenfalls Handelswerth haben.

Es wird das Werk die Metallurgie der am meisten benutzten Metalle, wie Kupfer, Blei, Silber, Zink, Zinn u. s. w. umfassen.

Der erste vorliegende Band beschäftigt sich mit der Zugutemachung der Kupfer- und solcher Erze, welche zu gleicher Zeit Kupfer und Silber enthalten.

Dem Bearbeiter bleibt nur wenig zu sagen übrig. Auch die sonst so reiche hüttenmännische Literatur hat in Beziehung auf das Gesagte eine Lücke, und diese auszufüllen hat der Bearbeiter die vorliegende Arbeit unternommen, und um so eher, da die Wichtigkeit des Kupfers als Gegenstand des Metallhandels in den letztern Jahren bedeutend gestiegen ist. Er hat sich nicht auf eine einfache Uebersetzung beschränkt, sondern er hat wesentliche Zusätze gemacht, die man im Verlaufe des Werks erkennen kann und so glaubt er denn, neben den ausgezeichneten Werken von Kerl, Plattner und Lesoinne, von welchem letztern er eine Bearbeitung unter der Feder hat und von dem in wenigen Wochen eine erste Lieferung erscheinen wird, den deutschen Hüttenleuten ein nützliches Werk zugänglich gemacht zu haben.

Inhaltsverzeichniss.

Erstes Capitel.

Kupfererze.

Zweites Capitel.

Zugutemachung des gediegenen Kupfers.

Seite

Drittes Capitel.

Zugutemachung der oxydirten Erze.

Viertes Capitel.

Zugutemachung der kiesigen oder geschwefelten Erze.

Fünftes Capitel.

Die Zugutemachung armer silberhaltiger Kupfererze im Mansfeld'schen.

Sechstes Capitel.

Einleitung.

Der Verfasser des vorliegenden Werks, dem die Professur der Metallurgie an der Kaiserl. Bergwerksschule zu Paris einstweilen übertragen wurde, sah sich genöthigt, die auf seinen vielen Reisen in Frankreich, Belgien und Deutschland gesammelten Notizen zu ordnen. Bei den hauptsächlichsten Prozessen konnte er die Erklärung der wichtigsten chemischen Reactionen, den Zweck und das Resultat derselben entwickeln. Diese Mittheilungen werden für die Ingenieure, die sich mit der Zugutemachung der metallischen Erze beschäftigen, aber nicht Gelegenheit hatten ihre Belehrungen auf größeren Reisen zu vollenden, ein bedeutendes Interesse haben.

Der Verfasser hatte nicht die Absicht, ein vollständiges Lehrbuch der Metallurgie zu schreiben; dazu wäre mehr Zeit erforderlich gewesen, als ihm bei seiner Lehrerstelle übrig bleibt. Er hat sich daher auf die Beschreibung einer gewissen Anzahl von Hüttenprozessen, die in verschiedenen Ländern bei der Zugutemachung verschiedenartiger Erze zur Ausführung kommen, beschränkt; er hat dabei aber zu verdeutlichen gesucht, welchen großen Einfluß auf die Wahl des Prozesses die localen Verhältnisse der Hütte ausüben.

Der Verfasser hat bei seinen Lesern eine vollständige Kenntniß der chemischen und mineralogischen Kennzeichen der Körper, die bei den metallurgischen Prozessen vorkommen können, so wie der mechanischen Aufbereitung, durch welche die Erze concentrirt werden, vorausgesetzt. Es sind dieß auch Kenntnisse, die keinem Hüttenmann fehlen dürfen.

Der Verfasser sagt nichts über den Nutzen der Chemie und Mineralogie, allein er hält es dagegen für zweckmäßig, einige Bemerkungen über die mechanische Erzaufbereitung zu machen, welche gewissermaßen ein Verbindungsglied zwischen der Gewinnung und der Zugutemachung der Erze bildet, deren Wichtigkeit aber durchaus nicht in ihrem wahren Werthe aufgefaßt ist.

Die Erze sind im Allgemeinen sehr ungleichartig in den Gängen und den verschiedenen übrigen Lagerstätten vertheilt. Bei der Gewinnung erfolgt nur ein geringer Theil so reicher Erze, daß sie sofort zur Hütte gesendet werden können; dieses Verhältniß ist für verschiedene, ja selbst für eine

dieselbe Grube sehr verschieden. Gewöhnlich aber ist es unzulänglich, um die Kosten zu bezahlen und den Bergbauunternehmern Ausbeute zu gewähren. Man muß daher eine oft sehr bedeutende Menge von dem Metall aus den armen Erzen zu gewinnen suchen, welche die nutzbare Substanz in Schnürchen oder in Körnern in der Gangart enthalten.

Sie können in der Hütte nur erst dann zu Gute gemacht werden, nachdem sie von den nutzlosen und selbst oft schädlichen Gangarten befreiet sind; die Concentration durch mechanische Mittel, muß diesen armen Erzen und Schliechen erst den Handelswerth geben, den sie aus der Grube gefördert, nicht haben.

Eine Aufbereitungsanstalt ist daher eine nothwendige Ergänzung fast aller Erzbergbaue. Jedoch werden durch die zahlreichen und verwickelten Prozesse, welche zur Concentration erforderlich sind, die Gangarten stets nur unvollständig abgeschieden; es bleiben veränderliche Verhältnisse in den verschiedenen Producten zurück; der Hüttenmann muß sie, nach der Beschaffenheit der Erze und der Art und Weise der Aufbereitung, mit hinlänglicher Annäherung bestimmen können. Er wird bei dieser Bestimmung durch die Resultate schnell auszuführender Proben der Producte geleitet, denn genaue Analysen kann er damit nicht anstellen, indem dieselben zu viel Zeit erfordern würden. Der Hüttenmann kann über die Beschaffenheit der in den verschiedenen Producten zurückbleibenden Gangarten nur durch eine genaue Kenntniß aller Arbeiten der mechanischen Aufbereitung auf den richtigen Weg zur Leitung seiner Hüttenprozesse geführt werden.

Der Verfasser hat in dem vorliegenden Werke zuvörderst allgemeine Betrachtungen über die chemischen, sowohl oxydirenden als reducirenden Wirkungen, die in den verschiedenen, beim Hüttenwesen angewendeten Oefen erlangt werden können, angestellt. Dieser einleitende Abschnitt schien dem Verfasser erforderlich, um so viel als thunlich die Beschreibung der Hüttenprozesse vereinfachen zu können. In den folgenden Capiteln hat er für jede Hütte die Hauptdimensionen der Oefen, so wie die erforderliche Anzahl von Apparaten, die zur Zugutemachung bestimmter Erzmengen nothwendig sind, angegeben, allein über den Bau und die Einrichtung der Oefen hat er nur wenig sagen können. Dieser praktische Theil der Metallurgie kann nur in den Hütten selbst studirt werden; es ist ganz unmöglich ihre Wichtigkeit durch Beschreibungen und durch Abbildungen im kleinen Maßstabe, zu erkennen.

Der Verfasser hat durch eine Reihe von Beispielen nachgewiesen, auf welche Weise man zur Bestimmung der Generalkosten gelangen kann; allein für die meisten Hütten fehlte es ihm an den nöthigen Vorlagen zu einer genauen Berechnung. Diese Kosten sind fast stets sehr hoch und übersteigen oft die eigentlichen Hüttenkosten. Es ist daher sehr wesentlich sie zu taxiren, wenn man genaue Notizen über den Zustand der Hütte und der wirklichen Productionskosten haben will. Der lästigste Theil der Generalkosten rührt von dem Gesellschaftskapital, von der Art und Weise der Constituirung der Gesellschaft, von der Verwaltung, von den Contracten wegen Ankaufs der Erze und anderer Materialien, so wie auch und von den wegen Vertrieb der gewonnenen Producte als Handelswaaren, angenommenen Einrichtungen, ab. Die Gesellschaften haben stets ein Interesse dabei, diese Details nicht bekannt zu machen und sehr häufig kennt sie der technische Hüttendirector gar nicht näher.

Der Verfasser hat bei allen Beschreibungen die Spezialkosten, die Metallverluste und die Beschaffenheit der dargestellten verkäuflichen Producte sehr berücksichtigt; er hat die verschiedenen in den Hütten, welche ähnliche Erze zu Gute machen, befolgten Verfahrungsarten unter einander zu vergleichen gesucht. Zuvörderst hat er für jedes Beispiel die Kosten und den Materialverbrauch für längere Zeit, z. B. für ein Jahr, wenn es thunlich war, zu erfahren gesucht; diese Zahlen haben ihm zur Berechnung der Kosten auf eine Tonne des zu Gute gemachten Erzes, sowohl bei den einzelnen Prozessen als im Ganzen gedient.

Der Verfasser ist stets bemüht gewesen, den Zeitpunct, auf den sich die Beschreibungen und die Zahlenresultate beziehen, anzugeben; diese Angaben sind unerläßlich, weil in den meisten Hütten die Prozesse nach und nach verändert werden und weil seit dem Druck dieses Werks, wesentliche Veränderungen gemacht worden sein können. Auch sind bei jedem Beispiel die Quellen, aus denen die für die Berechnung der Spezialkosten nöthigen Zahlen entlehnt worden sind, nachgewiesen.

Beim Besuch der Hütten kann man die Zahlenangaben auf zwei sehr verschiedenartige Weisen erlangen; in einigen fürchten die Directoren nicht, ihre Bücher den reisenden Ingenieuren vorzulegen, so daß dieselben die nöthigen Zahlen, die sich auf Materialverbrauch, auf Production und Productionskosten, so wie auf die Werthe der Producte beziehen, daraus entnehmen können. In diesem Fall kann man die Spezialkosten sehr leicht berechnen und es bleibt nur Unsicherheit über den Metallverlust. Diese Schwierigkeit ist freilich unübersteiglich selbst in denjenigen Hütten, in denen man jährlich Tausende von Versuchen macht. Das Probenehmen gewährt den mittlern Metallgehalt der Erze zu wenig, als daß die wirkliche Menge des Metalles in den zu Gute zu machenden Erzen durch das Probiren genau bestimmt werden könnte. Man erhält zwar Annäherungen, allein sie sind kaum genügend, um zwei verschiedene Prozesse mit einander vergleichen zu können.

In den meisten Hütten werden aber die Bücher den sie besuchenden Ingenieuren nicht vorgelegt; er kann daher nur mündliche Angaben erhalten, so daß die Zahlenresultate über die verschiedenen Prozesse mehr oder weniger genau sind. Mit solchen Daten ist es aber nicht möglich, die Spezialkosten anders, als nur sehr annähernd zu berechnen. Man kann die befolgte Methode beschreiben, ihre Vor- und Nachtheile aus einandersetzen, allein man darf ihre Zahlenresultate nicht mit denen, von andern Methoden vergleichen, welchen genauere Zahlenangaben zu Grunde liegen.

Für die Hütten, welche zusammengesetzte Erze zu Gute machen, ist die ganze Reihe der Prozesse zusammen aufgeführt, da es dem Verfasser schwierig erschien, den wahren Geist derselben darzustellen und gehörig zu verdeutlichen, wenn die Beschreibung in zwei Theile zerlegt wurde. Daher ist denn auch die Gewinnung des Silbers in den verschiedenen Capiteln, welche den Kupfer- und den Bleierzen gewidmet sind, beschrieben.

Allgemeine Betrachtungen über die im Hüttenwesen angewendeten Oefen.

Man benutzt bei der Zugutemachung der verschiedenen metallischen Oefen von sehr verschiedenartigen Gestalten, die jedoch in die drei folgenden Hauptclassen getheilt werden können*):

1) Gebläseöfen;

2) Reverberir- oder Flammöfen;

3) Oefen mit natürlichem Luftzug ohne Esse.

In den erstern verwendet man gewöhnlich verkohlte Brennmaterialien, wie Holzkohlen und Kokes, seltner werden Anthracite darin verbrannt. Die Flammöfen erfordern Brennmaterialien, die im Stande sind, durch Destillation brennbare Gase zu geben. Die Anwendung von Anthracit, Kokes und Holzkohle erfordert Gasgeneratoren oder ähnliche Apparate. In den Zugöfen benutzt man Steinkohlen, Holz und Holzkohlen; Kokes und Anthracit werden nur selten darin verbrannt.

§. 1.

Gebläseöfen.

Die Gebläseöfen bieten eine sehr große Verschiedenartigkeit der Formen, der Dimensionen und der Einrichtungen in Beziehung auf die aufgegebenen Materialien dar; wir kommen bei der Beschreibung der Hütten auf diese Verschiedenheiten zurück. Als allgemeinen Fall nehmen wir jetzt einen Ofen mit fast senkrechten Wänden, mit rechteckigem Querschnitt an, in welchem die Luft mittelst einer, in einer Form angebrachten Düse, in den untern Theil des Ofens eingetrieben wird.

Unter der Form befindet sich der Herd, in welchem sich [illegible]schmolzenen Substanzen, Metall, Stein und Schlacken sammeln müss[illegible]stichkanal, der mit dem Boden oder der Sohle des Ofens [illegible]bene

---

*) Deutsche Metallurgen, wie Karsten, [illegible] Oefen in Herd-, Schacht-, Flamm- und [illegible]n.

liegt, ist während des Betriebes mit einem Lehmpfropf verschlossen, allein es werden zu gewissen Zeiten die geschmolzenen Substanzen in einen außerhalb des Ofens befindlichen Sumpf abgelassen.

Das Brennmaterial und die Beschickung, d. h. das Gemenge von Erzen oder Hüttenproducten mit den Flußmitteln und Reagentien, werden in die obere Oeffnung des Ofens aufgegeben oder eingetragen und müssen regelmäßig bis zum Herd niedergehen. Nur von der Form kann eine lebhafte Verbrennung, d. h. die Verbindung des Kohlenstoffes mit dem Sauerstoff der in den Ofen eingeführten verdichteten Luft erfolgen; dadurch wird die zum Schmelzen der Schlacken, des Steins (oder der Schwefelmetalle) und des Metalles, so wie zur Vollendung der hervorzubringenden Reactionen, erzeugt. In einer, nach der Pressung des Windes und Art des Aufgebens der Materialien verschiedenen Entfernung von der Form, wird die Kohlensäure durch die Verbrennung in Kohlenoxydgas verwandelt, ein Prozeß durch den die Temperatur bedeutend vermindert wird. Verbrennungszone soll der, stets sehr beschränkte, Raum genannt werden, in welchem sich der Kohlenstoff, bei Kohlensäure-Entwickelung, direct mit dem Sauerstoff verbindet. Die Gase, Stickstoff, Kohlensäure, Kohlenoxyd, Wasserstoff, Kohlenwasserstoff (von der Einwirkung der Kohle auf die feuchte Luft im Ofen herrührend), erheben sich und ziehen durch die Esse über der Gicht, entweder direct oder, indem sie durch Condensationskammern gehen, aus, je nach der Beschaffenheit der zu Gute zu machenden Erze.

Die Gase haben den Zweck die Schmelzmaterialien zu erhitzen und indem sie dieselben im obern Theile des Ofens treffen, die chemischen Einwirkungen zu veranlassen, die gewöhnlich erst in dem Herde aufhören.

Man hat für die verschiedenen, in den Gebläseöfen vorzunehmenden Prozessen, zwei Arten von Aufgeben der Brennmaterialien angenommen, die wir jede für sich betrachten wollen.

Erste Art des Aufgebens. — Die die Beschickung bildenden Materialien werden nach der ganzen Querschnittsoberfläche des Ofens ausgebreitet und es sind die Gichten durch mehr oder weniger dicke Brennmaterialschichten getrennt. Die Regelmäßigkeit der wechselnden Schichten bleibt nur bis auf eine gewisse Entfernung von der Gichtöffnung, durch welche das Aufgeben erfolgt; vor der Form wird die Verbrennung fortgesetzt. Die Materialien sinken in dem Ofenschacht nieder und werden einer steigenden Temperatur, einer um so stärkern reducirenden Wirkung unterworfen, je bedeutender die Windpressung ist, je schneller die Umwandlung der Kohlensäure in Kohlenoxydgas erfolgt, so daß sie in geringer Entfernung von der Form fast vollendet ist. Die reducirende Wirkung des Kohlenoxydgases und der Wasserstoff-Verbindungen ist mehr oder weniger regelmäßig, je nachdem die Materialien sich mehr oder weniger gleichförmig in den verschiedenen Theilen des Ofens auf einander absetzen oder hacken. Sie kommt zu den Reactionen hinzu, welche bei Berührung des Brennmaterials mit der Beschickung statt finden können. Es kann daher diese Art des Aufgebens nur in denjenigen Fällen angewendet werden, in denen eine sehr bedeutende reducirende Wirkung von Nutzen, oder wenigstens den zu veranlassenden R[illegible]tionen nicht nachtheilig sein kann.

Zweite Art des Aufgebens. — Das Brennmaterial wird auf [illegible]ustseite aufgesetzt, d. h. auf der der Form entgegengesetzten Seite [illegible]e Beschickung auf der Formseite. Man muß alsdann den durch

Form einströmenden Wind durch einen von Schlacken gebildeten Kanal, eine sogenannte Nase, vom Beginn der Ofencampagne an und während der ganzen Dauer derselben bis zu den Kohlen oder Kokes führen. Es ist oft schwierig, die Nase in zweckmäßiger Weite zu erhalten, da sie fortwährend von geschmolzenen Materialien und auch von noch festen Stücken, die in den Herd niedergehen, umgeben ist. Von den zweckmäßigen Dimensionen hängt die Regelmäßigkeit des Schmelzens ab; ist sie verstopft, so gelangt der Wind nicht stark genug und in hinreichender Menge zum Brennmaterial, ist sie gänzlich zerstört, so bricht sich der Wind auf den Materialien der Beschickung, kühlt sie ab und verbreitet sich unregelmäßig in dem Ofen; die Wärme im Herde ist nicht mehr stark genug und die gewöhnlichen Reagentien erfolgen nicht mehr. Diese kurzen Erläuterungen waren erforderlich, um die Wichtigkeit der Nase und die Schwierigkeiten, sie in allen solchen Oefen, in denen das Brennmaterial auf der Brustseite aufgesetzt wird, zu erhalten. Die Nase bezeichnet die Verlängerung der Form in demjenigen Theil des Ofens, in welchen die Schmelzmaterialien durchfallen.

Unter diesen Umständen erfolgt die Verbrennung fast immer von der Nase; die entwickelte Kohlensäure wird mehr oder weniger rasch und vollständig in Kohlenoxyd verwandelt. Die Gase steigen in die Höhe und durchdringen nur einen Theil von der Beschickung.

Man wird einsehen, daß die horizontalen Dimensionen des Ofens nothwendig um so geringer sein müssen, je strengflüssiger die aufgegebenen Materialien sind, weil das Maximum der Wärme auf der Seite dieser Materialien producirt wird und weil sie nur ein Theil von den heißen Gasen durchzieht.

Die reducirende Wirkung ist stets geringer als bei der erstern Art des Aufgebens; man kann sie nach Belieben vermindern, indem man die Formseite und die Brust nach hinten wiegt; man kann sie aber auch erhöhen, indem man die Wände des Ofens erhöhet und die Pressung des Windes verstärkt.

Diese beiden Mittel lassen sich leicht erklären: die Neigung der Ofenwände nöthigt den größten Theil der Gase der Brust zu folgen, vermindert daher die Wärme und die reducirenden Wirkungen, welche auf die an der Formseite aufgegebenen Materialien ausgeübt werden. Hat der einströmende Wind eine stärkere Pressung, so vermindert man die Ausdehnung der Verbrennungszone, vermehrt das Verhältniß des Kohlenoxydgases in demjenigen Theil des Ofens, in welchem die Temperatur sehr hoch ist. In einem Ofen mit senkrechten Wänden von einer hinlänglichen Höhe, sind die Materialien lange Zeit der Einwirkung der reducirenden Gase ausgesetzt, eine Trennung der Brennmaterial- und der Beschickungsschichten existirt bis zur Form nicht und das Brennmaterial kann in Folge seiner genauern Berührung eine stärkere Reduction ausüben.

Man kann daher gewissermaßen die Wärmewirkungen, das Reductionsvermögen nach den Bedürfnissen des Hüttenprozesses ausüben; aus diesem Grunde wird die zweite Art des Aufgebens weit häufiger angewendet als die erstere, ohnerachtet der Schwierigkeiten, welche die Führung der Na[illegible]

Sei nun die Art des Aufgebens, welche sie wolle, so werde[illegible] einen Gebläseofen eingetragenen Materialien [illegible]ickelten re[illegible] Wirkung unterworfen, deren Stärke in [illegible]aß di[illegible] tur eine höhere wird, d. h. von der [illegible]

eine Folge des Kohlenoxydgases, welches sich aus der Verbrennungszone und von dem mit der Beschickung in Berührung stehenden Brennmaterial erhebt. Die Gebläseöfen sind im Wesentlichen reducirend; sie können nur zu solchen Prozessen verwendet werden, die eine reducirende Wirkung erfordern, so wie auch noch zu solchen Schmelzungen, bei denen diese Wirkung nicht nachtheilig ist.

§. 2.

Die Reverberir- oder Flammöfen.

In den Flammöfen befinden sich die zu bearbeitenden Materialien auf der Herdsohle, welches stets mit einem mehr oder weniger niedrigen Gewölbe bedeckt ist; die Erhitzung erfolgt durch die Flammen vom Rost aus und begeben sich mittelst des Fuchses in die Esse. Es ist von Wichtigkeit die Beschaffenheit der Flammen und den Einfluß, den sie auf die Einrichtung des Feuerungsraums ausübt, zu studiren.

Als Brennmaterial wendet man hauptsächlich Reiholz (Waasen), Holz und Steinkohlen an.

In den mit Holz und Waasen gefeuerten Flammöfen enthalten die sich auf der Herdsohle bewegenden und verbrennenden Gase einen Ueberschuß von Sauerstoff; diese Oefen sind oxydirend.

Die mit Steinkohlen gefeuerten Flammöfen können nach Belieben oxydirend oder reducirend sein, je nach der Dicke der Brennmaterialschicht auf dem Rost.

Mit Holz gefeuerte Flammöfen. — Um diesen Unterschied zu begreifen, müssen wir einen Ofen annehmen, in den die äußere Luft nur durch den Aschenfall einströmen kann und dessen Schüröffnung und Arbeitsthür sorgfältig verschlossen sind. Das Holz gelangt durch eine Oeffnung an der Seite, die höher als die Roststäbe angebracht ist, auf den Rost und dieselbe wird, nach dem Einschüren sorgfältig durch eine Thür verschlossen.

Die Roststäbe bestehen aus Schmiedeeisen und sind beweglich, oder sie sind fest und bestehen aus Ziegelsteinen; die Zwischenräume sind stets weit, so daß sehr viel atmosphärische Luft einströmen kann und zwar mit einer um so größeren Geschwindigkeit, je höher die Temperatur ist, welche auf dem Herd entwickelt werden soll. Auf dem Rost durchströmt die Luft nach und nach eine dünne Schicht von verkohltem Holz und das noch nicht vollständig destillirte, und endlich das frisch eingeschürte Holz, dessen Zersetzung erst beginnt.

Die Kohlenlage hat eine geringe Dicke und entwickelt nur Kohlensäure, indem sie nur einen Theil des Sauerstoffgehalts der Luft absorbirt; die unvollkommen verkohlten Holzstücke verbrennen und destilliren zu gleicher Zeit. Die durch die Verbrennung und Destillation erzeugten Gase, Stickstoff und Wasserdampf, so wie der noch nicht benutzte Sauerstoff der Luft, ...ie Herdsohle und in einem gut betriebenen Ofen muß sich die ...m Fuchs ausdehnen.

...handensein der Flamme setzt eine Verbrennung der Gase ...olglich auch das Vorhandensein von noch freiem Sauerstoff ...r geringerm Ueberschuß. Zu gleicher Zeit ist aber die auf

dem Rost hervorgebrachte Wärme, so wie auch die Masse der auf die Herdsohle gelangten brennbaren Gase geringer, und folglich können die zu verarbeitenden Materialien keine so hohe Temperatur erlangen.

Bildet das Blech auf dem Rost eine starke Lage, so findet das Umgekehrte statt; in diesem Fall wird der Sauerstoff der Luft in dem Feuerraum selbst in größerer Menge benutzt; es ist folglich der auf die zu behandelnde Substanz hervorgebrachte Wärmeeffect weit stärker und da das Verhältniß des freien Sauerstoffes in den Gasen geringer ist, so kann die oxydirende Einwirkung nicht so stark sein.

Die Erfahrung beweist, daß man mit Holz in Flammöfen eine hinreichend hohe Temperatur für die Bedürfnisse des Eisenhüttenbetriebes, z. B. zum Puddeln erlangen kann und daß die Flammen immer oxydirend sind.

Die hygrometrische Beschaffenheit des Holzes hat einen sehr großen Einfluß auf die zu erhaltende Temperatur; mit feuchtem Holz kann man nie eine starke Hitze erzeugen und eine Weißglühhitze erreicht man daher nur mit künstlich getrocknetem Holze.

Die Benutzung der Waasen entspricht der einer schwachen Holzlage auf dem Rost. Die erlangte Flamme ist sehr lebhaft, sehr oxydirend; allein da die in einer gegebenen Zeit auf die Herdsohle gelangte Gasmenge sehr gering ist, so kann die producirte Temperatur nicht sehr bedeutend sein.

Mit Steinkohlen gefeuerte Flammöfen. — Die Steinkohle ist das am häufigsten in Flammöfen angewendete Brennmaterial, besonders wenn es sich darum handelt, strengflüssigern Stein, so wie strengflüssigere Schlacken und Metalle zu schmelzen. In einem zweckmäßig eingerichteten Ofen kann man leicht eine lebhafte Weißglühhitze darstellen und zu gleicher Zeit die Flammen oxydirend oder reducirend machen.

Es ist leicht, sich Rechenschaft über den Einfluß zu geben, den die Dicke der Steinkohlenschicht auf dem Rost auf die, auf der Sohle hervorgebrachte Temperatur, so wie auf die oxydirende oder reducirende Beschaffenheit der Flammen haben kann. Die Brennmaterialsäule von oben nach unten betrachtet, bietet den stufenweisen Uebergang von der frisch eingeschürten Steinkohle, welche zu destilliren beginnt, bis zu den glühenden Kokes dar. Diese letztern ruhen unmittelbar auf den Roststäben, oder auf einer Schicht schwammiger Schlacken, deren Bildung man in gewissen Hütten begünstigt, um den Rost zu schützen und um die Menge der durch denselben fallenden kleinen Kokesstücken zu vermindern.

Die Luft gelangt durch den Aschenfall mit einer bedeutenden Geschwindigkeit auf den Rost, verbrennt die Kokes und kann in dem Feuerraum selbst vollständig von seinem Sauerstoff befreiet werden, wenn der verkohlte Theil des Brennmaterials dick genug ist. Unter diesen Umständen sind die auf die Herdsohle gelangenden Gase die folgenden: die Producte der Steinkohlen-Destillation; die Producte der Verbrennung der in dicken Lagen auf dem Rost vorhandenen Kokes, d. h. Kohlensäure und Kohlenoxydgas; ferner die brennbaren Gase, die von der Zersetzung der Wasserdämpfe in der Luft, durch die Kokes gebildeten brennbaren Gase; endlich der [illegible]toff, der nach den jetzigen Ansichten der Wissenschaft, als fast un[illegible] chemischen Reactionen angesehen werden muß.

Diese Gase haben eine mehr oder weniger hohe Te[illegible] aber erst dann eine Flamme hervorbringen, wenn ma[illegible] brennung erforderliche Luft in den Ofen einfü[illegible]

Oeffnungen in das Mauerwerk, in den Ecken an der Brücke, oder in dem Brennmaterial selbst einige unregelmäßige Essen anbringen, durch die eine hinreichende Menge von Luft, die noch nicht allen Sauerstoff verloren hat, eindringt, um die an einem andern Theile des Ofens, in dem Feuerraum erzeugten brennbaren Gase, auf der Herdsohle zu verbrennen.

Nach den Stellungen und Dimensionen der Oeffnungen, durch welche die die Flamme erzeugende Luft einströmt, erhält man eine mehr oder weniger vollständige Verbrennung und für die in den Ofen eingetragenen Substanzen eine oxydirende oder reducirende Wirkung.

So dehnt sich bei den Oefen zum Rösten kiesiger Erze die, durch eine Oeffnung in der Ecke der Feuerbrücke auf die Herdsohle strömende frische Luft auf der ganzen Oberfläche aus, indem sie eine weit kältere Schicht bildet, als die vom Rost herbeikommenden Gase. Sie wirkt auf den untern Theil auf das auf der Sohle ausgebreitete Material, während auf der Oberfläche sie nach und nach die brennbaren Gase verbrennt und die zu den chemischen Reactionen erforderlichen Wärme erzeugt. Diese sehr wichtigen Erscheinungen hat *Leplay* in seiner trefflichen „Beschreibung der Waleser Kupferhüttenprozesse" (Deutsch von dem Uebersetzer dieses Werks, 1851.), sehr vollständig auseinander gesetzt.

Wenn die Luft durch eine Düse eingeführt wird, die in dem Gewölbe, in der Nähe des Feuerraums angebracht ist, oder wenn sie durch unregelmäßige Essen in dem Brennmaterial einströmt, so erfolgt ihre Vermengung mit den Gasen weit schneller und es ist die Verbrennung weit lebhafter, die Temperatur weit höher. Die Menge der Luft kann nach der Lebhaftigkeit der Verbrennung auf dem Roste der Art regulirt werden, daß sie keine wesentliche oxydirende Wirkung auf die zu bearbeitenden Substanzen hervorbringen kann.

Wenn die Steinkohlenlage auf dem Rost nur eine geringe Dicke hat, so sind die Reactionen dieselben wie bei einem mit Holz gefeuerten Ofen. Man kann eine sehr hohe Temperatur erreichen, allein der freie Sauerstoff ist in der ganzen Ausdehnung der Flamme enthalten und es wirkt der Ofen oxydirend.

Die mit Holz und Waasen gefeuerten Oefen sind demnach immer oxydirend, während die mit der Steinkohle gefeuerten nach Belieben oxydirend oder reducirend sein können.

Es ist nun jetzt von Wichtigkeit *die oxydirenden und reducirenden Wirkungen, die in den Flammöfen hervorgebracht werden können*, näher kennen zu lernen.

Diese Wirkungen können nur dann erfolgen, wenn die auf dem Herde befindlichen Materialien mit den sich bewegenden Gasen in Berührung stehen; sie können, so lange die Substanzen pulverförmig bleiben, besonders wenn deren Oberflächen häufig umgerührt werden, sehr stark sein. Sind aber die Substanzen zusammengebacken, so sind sie weit geringer und nach deren [illegible]lzung sogar sehr gering.

[illegible]m Rösten von Erzen oder Stein, die nur eine mäßige Temperatur [illegible] kann man nach den örtlichen Verhältnissen Holz oder Steinkohlen [illegible] Bei Holz kann man die Dicke der Brennmateriallage auf dem [illegible] der Art reguliren, daß die von dem Feuerraum herbeiströmenden [illegible]n hinreichenden Ueberschuß von Luft enthalten, damit die Röstung [illegible]olgt. Mit Steinkohlen kann man zwei verschiedene Einrichtun-

befolgen: man kann auf dem Rost eine schwache Lage von Brennmaterial erhalten und dahin sehen, daß viel Luft leicht einströmen kann; oder aber man kann die Vorrichtung der Waleser Rost- und Schmelzöfen befolgen und auf den Rost eine so dicke Brennmaterialschicht anhäufen, daß die aus dem Feuerraum ausströmenden Gase ein Gemisch der unthätigen Gase und der Brennmaterialien sind und man muß sie auf der Herdsohle durch eine äußere Luftschicht verbrennen, die zu gleicher Zeit zur Oxydation dient.

Die zweite Einrichtung scheint weit zweckmäßiger zu sein, denn bei der erstern erfolgt die Oxydation durch eine Differenz der zu reducirenden und oxydirenden Wirkungen, die von den noch nicht verbrannten brennbaren Gasen und von dem überschüssigen Sauerstoff herrührten. Es muß sehr viel Luft vorhanden sein und man muß folglich zu ihrer Bewegung und Erwärmung einen Theil der Wirkung des Brennmaterials gebrauchen.

Bei der Waleser Einrichtung muß der Kohlenverbrauch beim Rösten einer bestimmten Menge Erz oder Stein minder stark sein.

Die oxydirende Wirkung der Flammen kann bei den Schmelzprozessen im Flammofen sehr nachtheilig sein, wenigstens für die Zugutemachung gewisser Erze. Es ist dieß z. B. bei dem Rohschmelzen der Kupfererze der Fall, indem die vor und nach der Schmelzung wirkende Oxydation, zuvörderst das Verhältniß des Schwefels vermindert, welches zur Steinbildung dient und alsdann das Eisen, welches nur als Oxydul in den Schlacken vorkommen muß, sehr schnell in eine höhere Oxydationsstufe verwandelt; diese Ueberoxydirung ist ein großer Nachtheil: 1) weil sie die vollständige Reduction des Kupferoxydes verhindert, welches während des Schmelzens in den Zustand des Silicates übergegangen ist und welches das Schwefeleisen des Steins reduciren muß; 2) weil die Eisenoxyd enthaltenden Schlacken nur eine geringe Flüssigkeit haben und eine bedeutende Menge von Körnern eingeschlossen behalten. In einem oxydirenden Flammofen kann man aber den Schlacken nicht zweckmäßig den Metallgehalt entziehen.

In diesen Fällen, wie bei allen ähnlichen Prozessen, die bei der Zugutemachung von Erzen vorkommen, muß man die flüssige Masse mit einer Schicht von Kohlenklein bedecken, die eine hinreichende Dicke haben muß, um sie gegen die oxydirende Einwirkung der Flammen zweckmäßig zu schützen. Weit richtiger ist es, den Feuerungsraum des Flammofens so vorzurichten, daß die Flammen reducirend sind, indem man den Rost mit einer hinreichend dicken Schicht von Steinkohlen versieht.

Es muß übrigens bemerkt werden, daß man in einem Flammofen niemals eine solche reducirende Wirkung erlangen kann, wie in einem Gebläseofen. Diese Gase enthalten stets ein gewisses Verhältniß von freiem Sauerstoff wenigstens auf einem Theil der Sohlenlänge; man kann nur die brennbaren Gase vorherrschen lassen. Ihre Wirkung zeigt sich nur auf der Oberfläche der Materialien; sie ist gering von der Schmelzung und fast Null, wenn die Producte geschmolzen sind. Sie kann daher nur einen beschränkten Einfluß auf die chemischen Reactionen und folglich auf die Beschaffenheit und das Verhältniß der erhaltenen Producte haben.

§. 3.

Oefen mit natürlichem Luftzuge und ohne Esse.

Haufenröstung. — Diese Art Oefen werden sehr verschiedenartig angewendet: zur Röstung der Erze und des Steins, zum Calciniren des Galmeis, zum Brennen des Kalkes, der Ziegelsteine u. s. w.

Bei den großen Rösthaufen kiesiger Erze sind die Sorten mit einer hinreichend dicken Schicht fest gestampften Erzkleins bedeckt, die sich wie wirkliche Erzmauern verhalten. Die äußere Luft dringt von allen Seiten in den Fuß des Haufens und die flüchtigen Stoffe entweichen von dem obern Theil. Man verzögert den Zug nach Belieben, indem man den Fuß mit einer mehr oder weniger fest gestampften Schicht von Erzklein bedeckt. Holz, dasjenige Brennmaterial, welches gewöhnlich bei großen Rösthaufen angewendet wird, bildet die unterste Lage; man zündet es mit Holzkohlen an und richtet die Entzündungspuncte der Art vor, daß die ganze Holzmasse zu gleicher Zeit brennt. Diese Verbrennung hat den Zweck, das damit in Berührung stehende Erz hinreichend stark zu erhitzen, daß es seinerseits verbrennen kann. Die Verbrennung gelangt auf diese Weise nach und nach bis zum obern Theil; sie ist in einem gegebenen Moment nur innerhalb der Ausdehnung einer horizontalen Zone, die man sehr regelmäßig zu machen sucht und deren Höhe von der Beschaffenheit und Größe der Erzstücke, von ihrem dichten Aufeinanderliegen und von der Wirkung des unten eindringenden Luftstroms, abhängt. Die Geschwindigkeit des Eindringens der Luft kann nach Belieben regulirt werden, indem man die Zwischenräume zwischen den großen Stücken, welche die Basis bilden und durch welche die Luft eindringt, mit Erzklein verschließt oder indem man die obere Erzklein-Schicht fester stampft.

Die Luft kühlt die untern Schichten, in denen die Verbrennung nicht lebhaft ist, d. h. die nur wenig Schwefelverbindungen enthalten, welche die Luft auf ihrem Durchgange zwischen den Stücken erreichen könnte, ab. In der in Verbrennung befindlichen Zone giebt die Luft den letzten Sauerstoff ab; in den obern Schichten kann sie keine chemische Wirksamkeit ausüben, sondern sie wirkt nur erwärmend. Die unmittelbar über der Zone, in welcher die Verbrennung erfolgt, befindliche Erzschicht, ist einer hinreichend hohen Temperatur ausgesetzt, so daß ein Theil des Schwefels destillirt. Sie wird durch eine Erhöhung der Verbrennung vorbereitet, welche beginnt, sobald die untern Theile den Sauerstoff der Luft nicht vollständig aufnehmen.

Die chemischen Reactionen sind sehr verwickelt und können hier nicht untersucht werden. Die Röstung in großen Haufen ist immer weit vortheilhafter, giebt aber minder regelmäßige Producte, als die Röstung in Flammöfen und läßt sich auch nicht bei allen Erzen anwenden. Das eigentliche Brennmaterial ist der in den Erzen enthaltene Schwefel; er wird nur zum Theil verbrannt, weil die Luft nicht in das Innere der Stücke dringen kann. Es müssen daher die Erze viel Kiese enthalten und ist dieß eine unerläßliche Bedingung des Röstens in großen Haufen.

Die Röstung in Stadeln. — Der bei verschiedenen Prozessen gewonnene Stein muß besonders geröstet werden; selten enthält er aber so viel Schwefel, um ihn wie kiesiges Erz behandeln zu können. Man schichtet ihn in Stadeln, d. h. in einen, von drei senkrechten aber niedri-

Mauern umschlossenen Raum, mit drei abwechselnden Lagen von irgend einem Brennmaterial von geringem Werth, wie Reisholz, Holzspäne, Steinkohlenklein, auf. Nachdem die Stadel gefüllt und das Brennmaterial entzündet worden ist, bildet man die vierte Wand, entweder mit trocken aufgemauerten Ziegelsteinen oder mit großen Steinstücken, indem man an dem untern Theil hinreichende Zwischenräume zum Einströmen der erforderlichen Luftmenge läßt. Die Lebhaftigkeit der Verbrennung wird von einer mehr oder minder dicken Schicht von Erzklein, die oben aufliegt, regulirt.

In jeder Steinlage, zwischen zwei Brennmaterialschichten sind die Reactionen dieselben wie bei einem großen Erzröstthaufen; die letztern Schichten haben nur den Zweck die zu geringe Schwefelmenge in dem Stein zu ersetzen und es erhitzt eine jede die nächst darüber liegende Steinlage, so daß die Oxydation erfolgen kann.

Es ist aber die Oxydation eine partielle, weil der Stein dicht ist und die Luft nicht in das Innere der Stücke dringen kann; sie ist auch unregelmäßig, weil die Luft nur durch die Vorderseite der Stadel einströmen und sich nicht in der ganzen Masse des Haufens verbreiten kann.

Man verbessert diese Unzulänglichkeit und Unregelmäßigkeit der Oxydation dadurch, daß man den Stein in mehren Feuern und in mehren Stadeln hinter einander röstet.

Die Röstungen im Flammofen sind weit regelmäßiger, können auch weit sicherer regulirt werden, allein sie haben das Nachtheilige, weit mehr Kosten zu veranlassen.

Oefen zum Calciniren oder Brennen des Galmeis. — Zu Vieille-Montagne und zu Stolberg wendet man zu diesem Prozeß Kalköfen von großen Dimensionen an und es können dieselben als Muster der hier zu beschreibenden Oefen dieser Art angesehen werden.

Der Schacht hat einen runden Querschnitt und der Durchmesser ist unten weit geringer als in der Gicht und deren Nähe. Mehre Gewölbe am untern Theile dienen zum Einströmen der Luft und zum Herausziehen des gebrannten Galmeis. Das Aufgeben von Brennmaterial, Steinkohlen von geringem Werthe, und von Erz, in abwechselnden Schichten, erfolgt durch die obere oder Gichtöffnung. Die beim Anfeuern zu nehmenden Vorsichtsmaßregeln werden hier übergangen und wir nehmen an, daß sich der Ofen in vollem Betriebe befindet.

Die Verbrennung erfolgt in einer gewissen Tiefe in dem Ofen und bei einer oder bei zwei Brennmaterialschichten; darunter ist das Erz gebrannt, durch den Luftzug abgekühlt und wird zu gewissen Zeitpuncten herausgezogen. Darüber liegen die Brennmaterial- und Erzschichten, welche sehr regelmäßig niedergehen und welche von den Verbrennungsgasen erwärmt werden; diese Gase strömen mit geringer Geschwindigkeit und mit niedriger Temperatur aus dem Ofen.

Die Steinkohlenmenge einer jeden Gicht muß der Art regulirt sein, daß ihre Verbrennung ausschließlich Kohlensäure giebt; sie muß eine hinreichend hohe Temperatur zur Vertreibung des Wassers und der Kohlensäure, aus der unmittelbar darüber befindlichen Erzschicht haben, so wie auch um die Verbrennung der darüber liegenden Brennmaterialschicht [illegible] bereiten zu können.

Die Luft hat nicht allen Sauerstoff durch die verbrennende [illegible]lenschicht verloren, so daß das Erz keine bedeut[illegible]rende [illegible]

erleidet, obgleich es mit den Steinkohlen in Berührung steht. Mit gewissen Brennmaterialien, die nur in einer sehr hohen Temperatur destilliren, ist dieß Resultat nur schwierig zu erlangen, weil in dieser Temperatur das Zinkoxyd durch die sich bei dieser Destillation entwickelnden Gase, die unvollkommen mit Luft, die noch Sauerstoff enthält, vermischt sind, theilweise reducirt werden würde.

Mit Holzkohlen und anthracitartigen Steinkohlen kann man die oxydirende Wirkung weit besser bewahren und es müssen daher diese Brennmaterialien beim Galmeibrennen vorzugsweise angewendet und den Backkohlen weit vorgezogen werden.

Man ersieht aus dem Vorhergehenden, daß in diesen Oefen die Erze einer Reihe von reducirenden Einwirkungen unterworfen werden, sobald in Folge einer schlechten Anordnung des Aufgebens die Dicke einer jeden Steinkohlenschicht bedeutend genug ist, um der aufwärtsströmenden Luft allen Sauerstoff zu nehmen. Die Geschwindigkeit der Luft ist nicht bedeutend genug, um ein merkliches Verhältniß des Kohlenoxydes hervorzubringen, allein die durch die, der Verbrennung vorausgehende, Destillation der Steinkohle sich entwickelnden Gase, wirken sehr stark auf die darüber liegenden Materialien.

Ist einmal das Brennmaterial zum großen Theile verbrannt, so wird die reducirende Einwirkung durch eine Oxydation ersetzt, weil der Sauerstoff der Luft nicht mehr vollständig absorbirt wird.

Bei dem Brennen des fetten oder hydraulischen Kalkes hat man diese Wirkungen nicht zu berücksichtigen; es handelt sich nur darum, eine hinreichend hohe Temperatur zu erzeugen, um die Kohlensäure zu vertreiben, indem die nur geringen Werth habenden Brennmaterialien möglichst benutzt werden. Bei dem Brennen der Erze muß man sich stets vor der reducirenden Einwirkung hüten, welche von einer zu dicken Brennmateriallage auf dem Rost herrührt.

Erstes Capitel.

Kupfererze.

Classification der Erze.

Die Kupfererze kommen sehr häufig auf Gängen in sehr verschiedenartigen Gebirgen vor; jedoch gewinnt man auch Sandstein- und Schieferschichten, die mit Kupfererzen durchdrungen; ferner unregelmäßige Stöcke, die zwischen zwei verschiedenen Formationen, oder zwischen Lagern einer und derselben Gebirgsart eingeschlossen sind.

Der chemische Zustand des Kupfers, die Beschaffenheit und die Verhältnisse der Körper, mit denen es verbunden vorkommt, die der Erze oder Mineralien, welche es auf den Lagerstätten begleiten, haben den größten Einfluß auf die Schwierigkeiten der hüttenmännischen Zugutemachung und auf den Werth des gewonnenen Kupfers.

Arsen und Antimon sind die für die Qualität des Kupfers nachtheiligsten Körper, diejenigen, welche die Zahl der Hüttenprozesse vermehren. Bei der Beschreibung der verschiedenen Hütten und ihrer Prozesse werden wir ganz besonders auf die Schwierigkeiten zurückkommen, welche die fast gänzliche Entfernung dieser beiden Substanzen aus dem in den Handel kommenden Kupfer aus Erzen, die eine bedeutende Menge davon enthalten, veranlassen.

Wir nehmen folgende Classification der Kupfererze an:

A. — Gediegen Kupfer.

B. — Oxydirte Erze, welche umfassen: Rothkupfererz, Kupferschwärze, Silicate und Carbonate (Malachit und Kupferlasur).

C. — Geschwefelte Erze, die nur wenig Arsen und Antimon enthalten: Kupferglanz, Kupferkies und Buntkupfererz. Auch die vitriolischen Wasser mancher alten Grubenbaue können hierher gerechnet werden.

D. — Erze, die viel Arsen und Antimon enthalten: Fahlerze, Arseniate und Phosp[illegible] [illegible]hlerze enthalten fast immer Silber und in einigen ist der [illegible] bedeutender als der des Kupfers.

A. Gediegen Kupfer. — Gediegenes Kupfer wird nur an wenigen Puncten gewonnen; die schönsten Lagerstätten finden sich am Ural, in Südamerika und am Obersee in Nordamerika.

Südamerika sendet den größten Theil des in seinen Gruben gewonnenen gediegenen Kupfers nach Europa, hauptsächlich nach England und Frankreich. Das Kupfer kommt gewöhnlich in kleinen Körnern vor und enthält etwas Rothkupfererz, Malachit, Kupferkies und erdige Gangarten beigemengt. Es ist im Allgemeinen sehr rein und enthält nur Spuren von Arsen: sein Gehalt wechselt von 60 bis 70 Proc., zuweilen übersteigt es aber 90 Proc.

Am Obersee kommt das Kupfer in einem Gebirge vor, welches wahrscheinlich den ältesten Schichten der Silur-Epoche angehört. Die Gänge sind mit erdigen Substanzen, wie Quarz, Chlorit, Kalkspath, Epidot rc. ausgefüllt, in denen das metallische Kupfer in kleinen Körnern, und dünnen Blättchen auf den Krystallen der Gangarten, so wie auch in Trümmern und unregelmäßigen Verzweigungen und Massen von allen Dimensionen, die den ganzen Gang ausfüllen, vorkommt. In den Gruben von Cliff und Minnesota hat man mehre Massen gewonnen, deren Gewicht über 50 Tons betrug; im Jahre 1856 hat man eine ungeheure Masse, die die mehr als 500 Tons reines Kupfer ausgebracht hat, gefördert. In mehren Gruben begleitet das Silber das Kupfer der Art, daß es keine chemische Verbindung mit ihm eingegangen ist. Es ist dieß das einzige fremdartige Metall, welches in innigem Gemenge mit dem Kupfer vorkommt, und da beide Metalle weder durch die mechanische Aufbereitung noch durch Schmelzen von einander getrennt werden können, so muß man sehr silberhaltiges Kupfer nach Paris oder London senden.

Die Gruben fördern zwei sehr verschiedene Producte: Kupfermassen, in Stücke zerschnitten, von denen jedes bis drei Tonnen wiegt, und die nur wenig erdige Substanzen enthalten, welche in den unregelmäßigen Vertiefungen der Oberfläche, oder im Innern des Kupfers vorkommen. Die zweite Art der Producte bilden die mit gediegenem Kupfer imprägnirten Gangarten.

Die Kupfermassen können von den erdigen Substanzen nur durch Handfäustel befreit werden; nach dieser Aufbereitung enthalten sie 65 bis 85 Proc. reines oder nur wenig silberhaltiges Kupfer.

Die Gangarten, deren gediegenes Kupfer mechanisch beigemengt ist, gelangen zur mechanischen Aufbereitung, welche giebt:

1) Etwas große Kupferstücke, die unter den Pochstempeln liegen geblieben und vollkommen frei von allen erdigen Gangarten sind.

2) Mehr oder weniger feine Substanzen, die mittelst der Setzsiebe zu Setzgraupen und auf Herden zu Schliech verarbeitet werden, welcher 45 bis 60 Proc. reines Kupfer, im Gemenge mit einem mehr oder weniger starken Verhältniß von Gangarten enthält.

Diese Producte enthalten fast immer gediegenes Silber, welches nicht allein verloren geht, sondern sich auch beim Schmelzen des Kupfers zu Zainen oder Blöcken mit denselben verbindet und ihm einen Theil des Werthes nimmt, welcher ihm die gänzliche Befreiung von Schwefel, Eisen, Arsenik und Antimon giebt.

Die Massen von Kupfer und die Aufbereitungsproducte, werden in mehren Hütten unweit Detroit und Pittsburg verschmolzen.

Es sind diese Details wegen der stets steigenden Wichtigkeit Kupferproduction am Obersee mitgetheilt worden; sie erhebt sich jetzt auf er

100,000 Ctr. jährlich. Sie würde noch bedeutend gesteigert werden können, wenn ein energischer und gut geleiteter Impuls der Unternehmungen zum Bau auf einer größeren Anzahl reicher Kupfergänge gegeben werden würde.

B. *Oxydirte Erze.* — *Rothkupfererz* (Kupferoxydul). Dieß Erz findet sich in einer sehr kleinen Anzahl von Localitäten und überall in geringen Mengen. Zu Linares im südlichen Spanien findet man es in sehr beschränkten Trümmern in den obern Teufen eines früher abgebaueten Ganges, während in den untern Teufen nur Kupferkies vorkam. Der Ural und Südamerika enthalten sicher schöne Lagerstätten davon. Geringe Mengen davon findet man auf den obern Theilen der gediegenes Kupfer führenden Gänge; das Rothkupfererz ist alsdann ein Zersetzungsproduct der atmosphärischen Agentien und ist oft von Kupferschwärze, kohlensaurem Kupfer und Kupferhydrosilicat begleitet.

Das Rothkupfererz ist gewöhnlich sehr reich und stets sehr rein; es giebt gewöhnlich ein treffliches Kupfer.

Kupferschwärze. — Das schwarze Kupferoxyd kommt an vielen Orten, aber stets in geringer Menge und in geringer Teufe unter Tage vor. Es scheint ein Product der Zersetzung zu sein und wird für sich allein nirgend zu Gute gemacht. Die Art der Gutemachung und die Beschaffenheit des gewonnenen Kupfers hängen von der Natur der unzersetzten Erze ab, mit denen es stets in einem wesentlichen Verhältniß zersetzt ist. Fast immer enthält es Mangan- und Eisenoxyd, und zwar vorwaltend.

Aus Peru und Chili gelangen nach England und seltner nach Frankreich bedeutende Massen eines sehr schönen smaragdgrünen Kupfererzes, bestehend aus einer chemischen Verbindung von Chlorkupfer und Kupferoxydhydrat. Dieses, den Mineralogen als *Atakamit* oder Salzkupfererz bekannte Erz ist sehr rein und reich, indem es 45 bis 60 Proc. von dem besten Kupfer giebt. Der Wassergehalt beträgt 16 bis 17 Proc.; über die Art des Vorkommens von diesem Erz ist nichts bekannt.

Kupfer-Carbonate oder kohlensaure Kupfererze. — Man kennt drei Arten von Kupfercarbonaten: braun, blau und grün. Das braune Carbonat ist wasserfrei und ist bis jetzt nur in Indien bekannt; die nach Europa gelangten Stücke haben eine erdige Asche und es ist ihnen etwas Malachit und Rotheisenstein beigemengt.

Das blaue und das grüne Carbonat, *Kupferlasur* und *Malachit* kommen an sehr vielen Orten vor, entweder als Erze, oder als Zersetzungsproducte kiesiger Erze.

Zu Chessy bei Lyon hat man in wenigen Jahren einen sehr schönen Stock von *Kupferlasur* abgebauet, von der man in allen Mineraliensammlungen prächtige Stücke sehen kann. — Der *Malachit* ist weit häufiger; es finden sich davon sehr schöne Lagerstätten am Ural, in Südamerika, in den portugiesischen Besitzungen auf der afrikanischen Küste. Man findet ihn ferner, wie auch die Kupferlasur, am Ausgehenden aller Kiesgänge und in allen Puncten dieser Gänge, zu denen die Tagewasser dringen konnten.

Hierher gehören auch die Kupfercarbonate und andere Kupfererze, die auf den Gruben zu St. Marienberg und St [illegible]berg bei Rheinbreitenbach unweit Linz am Rhein gewonnen [illegible]nlassung zu einem sehr interessanten Hüttenbetrieb geben.

Die kohlensauren Erze sind gewöhnlich ziemlich rein und geben ein gutes Kupfer; wenn sie aber von der Zersetzung anderer Mineralgattungen herrühren, so enthalten sie stets ein geringes Verhältniß von den schädlichen Substanzen, die in diesen Gattungen, vor ihrer Zersetzung, vorhanden waren.

Silicate. — Diese beziehen sich auf drei Mineralgattungen: Dioptas, Kupfergrün und Kupferblau, die sich nur durch ihren verschiedenen Wassergehalt zu unterscheiden scheinen. Bauwürdige Lagerstätten davon sind bis jetzt nur im Ural und in Südamerika vorgekommen. Es sind sehr gute Erze, die leicht schmelzen und bei der Probe 25 bis 30 Proc. Kupfer geben.

Man kennt übrigens in Europa mehre Gänge, welche am Ausgehenden ein gewisses Verhältniß von Kupfersilicat geben, allein nirgends haben diese Erze Veranlassung zu irgend einem namhaften Bergbau gegeben.

Kupfersilicate, offenbar Zersetzungsproducte, begleiten häufig das gediegene Kupfer auf den im metamorphischen Gebirge aufsetzenden Gängen.

C. Geschwefelte Erze. — Kupferglanzerz wird an einigen Puncten im Toskanischen, in Chili und in der Andeskette, gewöhnlich in Begleitung von Magneteisen, Malachit und selbst von Kupferkies gefunden. — Es ist durch seine Farbe und seine geringe Härte leicht erkennbar; es läßt sich mit dem Messer schneiden. Es ist ein sehr reiches und sehr gutes Erz, wenn es nicht Arsenikkies oder Fahlerz eingemengt enthält. —

Kupferkies. — Diese Erzgattung kommt sehr verbreitet in der Natur vor; sie findet sich hauptsächlich auf Gängen in sehr alten Formationen, in mächtigen Stöcken zwischen den Schieferlagern, oder auf der Gränze zwischen Schiefer und Kalkstein. Auf den Gängen und Stöcken bildet der reine Kupferkies Trümmer und Verzweigungen oder auch nur Körner, die unregelmäßig die Gangarten wie Quarz, Kalkspath, Schwerspath, Spatheisenstein, Schwefelkies, Blende, Arsenikkies durchziehen oder eingesprengt darin vorkommen. Als Beimengungen kommen sehr häufig Fahlerz, Grauantimonerz und Bleiglanz in größern oder geringern Mengen mit dem Kupferkies vor.

Durch Scheiden und andere Aufbereitungsarbeiten gelangt man zu einer Trennung des größten Theils von dem Quarz und dem Kalkspath, allein der Schwerspath und die metallischen Gangarten bleiben dem aufbereiteten Erze beigemengt und kommen mit zu den Hüttenprozessen. Da das Schwefelzink, Schwefelblei 2c. einen großen Einfluß auf die Schwierigkeiten der Zugutemachung und auf die Beschaffenheit des Kupfers haben, so ist es sehr wichtig, ihr Verhältniß, so wie auch zu gleicher Zeit den Kupfergehalt, zu bestimmen.

Die reichsten und reinsten Kupferkiese, die in England zu Gute gemacht werden, kommen aus Australien, vom Cap der guten Hoffnung, von der afrikanischen Küste und aus dem Toskanischen. Beide Amerikas enthalten ungeheure Reichthümer von sehr reinem Kupferkies; die aus Südamerika und von der Insel Cuba werden nach England, so wie auch nach dem Elbwerk bei Hamburg verschifft; die im Staate von New-York und im Michigan (in geringer Entfernung vom St. Marien-Sprunge), werden auf der Hütte zu Boston zu Gute gemacht.

In England bauet man auf schönen Gängen, die sehr viel Schwefel und Arsenkies und an gewissen Puncten auch Zinnoxyd führen. Die Cor-

das Silber kommt nicht immer gänzlich in dem Erz, sondern häufig auch in einem gewissen Verhältniß in den erdigen Gangarten vor.

Diese Gänge werden nur an wenigen Orten gewonnen; die Erze können durch die mechanische Aufbereitung nicht concentrirt werden, weil das Fahlerz sehr leicht zerquetscht und in sehr feine Blättchen verwandelt wird, von denen viele durch das Wasser weggeführt werden, hauptsächlich aber, weil durch die Wascharbeiter eine bedeutende Silbermenge verloren geht.

Man hat sowohl in den Laboratorien als in den Hütten viele Versuche angestellt, um zu einer vortheilhaften Zugutemachung der Fahlerze zu gelangen; allein man hat noch nicht ganz genügende Resultate erlangt, sobald diese Erze für sich allein verhüttet werden sollen und es bleibt daher diese Aufgabe noch zu lösen. Es ist dieß von großer Wichtigkeit, weil an vielen Orten Fahlerzgänge vorkommen, die unbenutzt bleiben. Das hüttenmännische Verfahren mit den Fahlerzen ist sehr vereinzelt, indem man zu gleicher Zeit Kupfer und Silber gewinnen und von dem erstern das Arsen und Antimon fast vollständig abgeschieden werden muß.

Die englischen Hütten kaufen Fahlerze an und verhütten sie bei ihren zusammengesetztern Prozessen, indem sie dabei viel kiesige Erze zuschlagen, welche viel Schwefelkies enthalten, indem zur Vertreibung der beiden, der Qualität des Kupfers nachtheiligen Körper viel überschüssiger Schwefel erforderlich ist.

Die Kiese enthalten häufig Flecke und Körner von Fahlerz, in einem solchen Verhältniß, daß die Qualität des Kupfers dadurch beeinträchtigt wird und doch in einer zu geringen Menge, um das Silber gewinnen zu können.

Auch der silberhaltige Bleiglanz enthält häufig geringe Fahlerzmengen eingesprengt, die sehr unregelmäßig in den Gängen vertheilt sind. Man nimmt im Allgemeinen an, daß der Bleiglanz, wenn er Fahlerz eingesprengt enthält, silberreicher sei.

Phosphorsaures Kupfer. — Es scheinen diese Erze in mehren mineralogischen Gattungen vorzukommen und zwar meistentheils als zufällige Erscheinungen, z. B. in Chili, in Ungarn und am Rhein. Der Gang zu Rheinbreitenbach ist unseres Wissens der einzige, der eine wesentliche Menge dieses Erzes geliefert hat. Das Phosphor ist fast eben so schädlich wie Arsen und Antimon und es ist daher die Zugutemachung der Phosphate denselben Schwierigkeiten unterworfen, als die des Fahlerzes.

Arsensaure Kupfererze. — Die Kupferarseniate kommen auf fast allen Gängen vor, auf denen die Kupfererze von Arsenkiesen oder Fahlerzen begleitet sind. Es sind dieß Zersetzungsmineralien, die man nicht mehr als Kupfererze betrachten kann. Nach England wird aus Chili eine geringe Menge arsensaures Kupferoxyd eingeführt, welches 30 bis 35 Proc. Kupfer enthält und wie das Fahlerz behandelt wird. Fast immer enthalten die Arseniate Eisenoxyd und Kalk, seltner Thonerde und Zinkoxyd; die sie gewöhnlich begleitenden Gangarten sind Quarz, Schwer- und Kalkspath.

Wichtigkeit der Kupferproduction.

Obgleich sich der Bearbeiter bemüht hat, die nachstehende Uebersicht aus sichern Quellen zu ergänzen, so darf man doch derselben durchaus keine absolute, sondern nur eine annähernde Richtigkeit zuschreiben; die Angaben des Originals sind zu oberflächlich und irrig.

Großbritannien producirt am meisten Kupfer; im Jahre 1857 belief sich die Production aus inländischen Erzen, nach amtlichen Angaben, wie folgt:

	Erze.	Kupfer.
Aus Erzen, die in Cornwall und Devonshire gewonnen	191,798 Tons	12,180 Tons
Zu Swansea von Irischer, Waleser und andern Gruben in öffentlichen Auctionen angekauft	10,929 „	1,183 „
Durch Privatankäufe	16,052 „	4,012 „
Summa	218,689 Tons	17,375 Tons
		oder 347,500 Ctr.

Der mittlere Marktpreis des Kupfers war 1857 124 L. St. die Tonne und daher der Werth der ganzen Production = 2,154,500 L. St.

Eingeführt wurden:

Kupfererze	75,832 Tons
Regulus (Schwefelkupfer) . . .	19,262 „

Diese Einfuhr fand hauptsächlich aus Chili, Cuba, Spanien, Australien, aus den Atlantischen Häfen der Vereinigten Staaten, aus Peru, Bolivien, Algerien, Italien und Frankreich. Aus diesen fremden Erzen und Schwefelkupfer wurden in den englischen Hütten 12,108 Tons Kupfer dargestellt, die jedoch bei unserer weitern Uebersicht auf die Ursprungsorte der Erze vertheilt sind.

Die Kupferhütten liegen meistens in der Nähe von Swansea in Wales und einige neuere bei Liverpool.

Die Kupferproduction Amerikas ist bedeutender als die britische, aber nur sehr annähernd zu bestimmen, da so viele in Amerika gewonnene Erze an andern Puncten der Erde verhüttet werden.

Die schon erwähnten Gruben am Obersee dürften jetzt etwa eine Production von 100,000 Ctr. gewähren, welche namentlich in der Hütte zu Detroit zu Gute gemacht werden. Die in den übrigen Theilen von den Vereinigten Staaten und von britisch Nordamerika gewonnene Erze, so wie andere, von Cuba und aus verschiedenen Theilen von Südamerika zur See herbeigeführte Erze, werden in den Hütten zu Boston und Baltimore verschmolzen, so daß die Production Nordamerikas anzunehmen ist zu:

	200,000 Ctr.
Dazu kommt Chili mit	280,000 „
Das übrige Südamerika dürfte geben	30,000 „
Cuba desgl.	40,000 „
Zusammen	550,000 Ct

Amerika ist daher als die Hauptquelle des in den Gewerben und Künsten eine so wichtige Rolle spielenden Kupfers anzusehen.

Von großer Wichtigkeit ist die Kupferproduction der nordeuropäischen Länder, da sie die besten und reinsten Sorten liefern.

Rußlands Production ist zu . . . . 130,000 Ctr.,
die in Schweden und Norwegen zu . . . . 45,000 „
anzunehmen.

Unter den deutschen Ländern hat Oesterreich die stärkste, jetzt etwa zu 50,000 Zollcentner zu tarirende Production, wovon jedoch Ungarn ⅘ liefert.

Preußen produzirt durchschnittlich etwa 35,000 Ctr. jährlich, wovon Mansfeld etwa 28000 Ctr.

Hannover und Braunschweig am Ober- und Unterharz hat eine Production von etwa 5000 Ctr.

Sachsen von etwa 1500 Ctr.; so daß die Gesammtproduction der genannten und einiger anderer Länder Deutschlands nebst Ungarn anzunehmen ist zu etwa 95,000 Ctr.

Es dürfte daher für die gesammte neuerliche Kupferproduction auf der Erde nachstehende Zusammenstellung in runden Summen in Zollcentnern wahrscheinlich sein:

Großbritannien	350,000	Ctr.
Amerika	550,000	„
Rußland	130,000	„
Schweden und Norwegen	45,000	„
Deutschland, Ungarn und Venetien	95,000	„
Australien	70,000	„
Südasien und Ostindien	60,000	„
Frankreich, größtentheils aus südamerikanischen Erzen .	38,000	„
Afrika	12,000	„
Belgien	2,000	„
Sonstige Länder	18,000	„
Summa	1,370,000	Ctr.

Die Marktpreise des Kupfers sind nach den verschiedenen Sorten verschieden und auch etwas je nach dem Preise der Metalle im Allgemeinen schwankend, wiewohl sie sich seit Jahren höher als je gehalten haben. Jetzt im Frühjahr 1859 sind die Preise in Berlin, Hamburg, Cöln ꝛc. folgende: — Russisches, beste Marken 42 bis 43 Thlr. der Centner, vom Elbkupferwerk und schwedischen Sorten 39 Thlr., englisches 37 bis 38 Thlr., die deutschen Sorten, außer dem Mansfelder, minder rein als die genannten, kosten 33 bis 35 Thlr.

Zweites Capitel.

Zugutemachung des gediegenen Kupfers.

§. 1.

Zugutemachung des gediegenen Kupfers in Frankreich.

Die südamerikanischen, nach Frankreich eingeführten Erze, welche gediegenes Kupfer enthalten, werden fast in allen französischen Hütten auf gleiche Weise zu Gute gemacht. In allen wendet man sehr große Flammöfen, mit tiefen Herden und mit Steinkohlen gefeuert an: die Zugutemachung erfolgt durch einen Prozeß, der aber in drei, sehr gut unterschiedene Perioden zerfällt: das Schmelzen, das Gaarmachen (l'affinage) und das Raffiniren (raffinage).

Die Erze werden mit reichen und Gaarschlacken auf den Herd getragen, worauf man alle Thüren luftdicht verschließt und bis zum vollständigen Schmelzen stark feuert. Man erhält zwei sehr scharf von einander getrennte Producte: Schlacken mit einem gewissen Verhältniß von Kupferoxydul im Zustande des Silicates und mit sehr feinen Körnern; mehr oder weniger unreines Kupfer, je nach der Beschaffenheit der behandelten Erze. Die Schlacken werden mit einer Kratze durch die Ofenthür abgezogen, während das Kupfer auf der Sohle zurückbleibt. In Folge dieses Verfahrens beim Abziehen der Schlacken, enthalten die letzten, welche aus dem Ofen kommen, sehr viel Kupferkörner; sie werden bei Seite geworfen und bei dem nächsten Prozeß den Erzen wieder zugesetzt; die andern werden weggeworfen, obgleich sie noch einen bedeutenden Theil Kupfer enthalten.

Sobald alle Schlacken abgezogen worden sind und das Metall ganz frei ist, beginnt die zweite Periode, das Gaarmachen des auf der Sohle zurückgebliebenen Kupfers. Man läßt auf das geschmolzene Metall Luft strömen, die nicht durch Brennmaterial gegangen ist, und man verlängert ihre Wirkung bis daß die dem Kupfer fremdartigen Substanzen oxydirt sind. Es entstehen Schlacken oder Gekrätz, welche viel Kupferoxyd enthalten; es sind dieß basische, unvollkommen geschmolzene Silicate, welche die Kieselerde von der Sohle und den Wänden des Ofens entlehnt haben; man zieht sie in dem Maß, als sie sich bilden, ab. Der Arbeiter erkennt die Beendigung des Gaarmachens zuvörderst daran, daß sich keine Schlacken mehr bilden,

ferner daran, daß das Kupfer eine gewisse Oxydulmenge aufgelöst enthält, welche in dem Maß steigt, als das Metall der oxydirenden Wirkung der Flammen ausgesetzt bleibt. Der letzte Theil des Raffinirens folgt sehr leicht, wenn man Proben von dem geschmolzenen Kupfer nimmt. Das Vorhandensein des Oxyduls zeigt sich durch immer röther werdende rothe Farbe, welche die Proben auf dem Bruch zeigen.

Die letzte Periode des Prozesses, das Raffiniren, hat den Zweck, die Menge des vielen, während des Gaarmachens entstandenen Oxyduls zu vermindern. Man wirft zu dem Ende einige Schaufeln voll Holzkohlen auf die Oberfläche des Metalles und rührt es damit um und zwar mittelst einer Stange von grünem Holz (p o l t e s). Der Arbeiter nimmt häufig Proben, um sich von dem Gange der Reduction des Oxyduls zu überzeugen und um die Wirkung der Holzkohle genau in dem Moment aufzuhalten, in welchem, wenn alles Oxydul zersetzt ist, das Kupfer noch keinen Kohlenstoff aufgenommen hat. Ist dieser Augenblick gekommen, so schöpft man das raffinirte Kupfer mit Kellen aus und gießt es in gußeiserne Formen.

Der auf diese Weise geführte Prozeß ist keine vollständige Zugutemachung; die gefallenen Schlacken sind reich an Kupferoxydul und man kann nur die wieder mit zuschlagen, welche Granatien enthalten, so daß der Kupferverlust stets wesentlich ist. In Amerika erfolgt die Zugutemachung des gediegenen Kupfers vom Obersee fast auf dieselbe Weise; allein da mehr erdige Substanzen beigemengt sind, so würde man einen zu bedeutenden Kupferverlust herbeiführen, wenn man die Schlacken nicht einer besondern Arbeit unterwerfen wollte.

Der Verfasser beschränkt sich hier darauf, die chemischen Reactionen der drei Perioden des Prozesses zu entwickeln, indem man die nöthigen Erklärungen zur Verdeutlichung ihrer Zwecke giebt.

D i e S c h m e l z u n g. — Die Erze enthalten das gediegene Kupfer in kleinen Körnern, geringe Beimengungen von Kupferoxydul, von kohlensaurem Kupfer, von Schwefel- und Kupfer- und zuweilen auch von Arsenikkies; die Gangart besteht fast ausschließlich aus Quarz. Diese Erze sind reich und geben 70 bis 75 Proc. raffinirtes Kupfer. Als Flußmittel schlägt man reiche Schlacke von den vorhergehenden Operationen zu, die als Basen, Eisen- und Kupferoxyd und die Kupferkörner eingemengt enthalten. Werden die Schlacken zu kieselig, um die quarzige Gangart der Erze leicht zu schmelzen, so muß man Hammerschlag oder Schmiedeschlacken zuschlagen.

Sobald die Charge gemacht ist, so verschmiert man alle Thüren und giebt ein starkes Feuer. Die Steinkohlenschicht auf dem Rost wird dick genug erhalten, damit die Flamme nicht oxydirend wirken kann; ohne diese Vorsichtsmaßregel würde ein Theil des metallischen Kupfers oxydiren, ehe es noch in den Fluß gekommen und es würden die Schlacken sehr reich sein. Die Flamme kann auf die auf der Herdsohle befindlichen Substanzen nur eine schwache reducirende Wirkung ausüben; sie können einen Theil des Kupfers in dem Oxydul oder im Carbonat, welche in dem Erz vorkommen, in den metallischen Zustand zurückführen, allein auf die Schlacken können sie nur eine geringe Wirkung haben.

Läßt man die nur geringe Einwirkung der Flamme auf das Oxydul und die kohlensauren Erze unberücksichtigt, so kann man annehmen, daß die Schmelzung der Substanzen von andern chemischen Einwirkungen, als den

von den Substanzen selbst herrührenden, abhängen. Diese Wirkungen sind sehr einfach.

Die Kiese lösen sich nach und nach in dem Kupfer und zwar in dem Maaß auf, als es in Fluß kommt; sie bringen auch Eisen, Schwefel und Arsen in das Metall ein, von denen es wieder gereinigt werden muß.

Die Schlacken kommen nach und nach in Fluß und absorbiren die erdigen Gangarten der Erze zu gleicher Zeit mit den von den Flammen nicht reducirten Kupferoxyde. Während dieser Schmelzung können die Kiese partiell als Reductionsmittel auf das Kupferoxyd in den Schlacken einwirken, allein diese Einwirkung kann wegen der geringen Menge des Kieses unberücksichtigt gelassen bleiben.

Die Producte der Schmelzung sind:

1) Unreines (Schwarzkupfer), welches fast den ganzen Eisen-, Schwefel- und Arsengehalt der Erze enthält; man erhält in diesem Zustande: das gediegene Kupfer, einen Theil des Kupfers in den Oxydul und Carbonat und die Granalien der reichen Schlacken von den vorhergehenden Prozessen.

2) Schlacken, als Kupferoxyd: Silicat der eingetragenen Schlacken und als Kupferoxydul-Silicat, der durch die reducirenden Flammen während der Schmelzung nicht zersetzten Carbonate. Sie enthalten daher mehr Kupferoxyd als die Erze; es können ihnen nur wenige feine Granalien beigemengt sein, sobald der Schmelzer nur dahin arbeitet, ihnen durch Zuschlag von eisenhaltigen Substanzen die erforderliche Flüssigkeit zu ertheilen und diesen Zustand so lange zu erhalten, bis das Kupfer sich auf der Herdsohle sammeln kann.

Man zieht die Schlacken durch die Arbeitsthür mittelst einer Kratze ab und mit der letzten nothwendiger Weise auch eine gewisse Quantität Kupfer in Körnern von jeder Größe. Man kann bei den Schmelzprozessen nur einen Theil von den bei den vorhergehenden gefallenen Schlacken wieder benutzen und wählt nothwendig diejenigen, welche die meisten Granalien enthalten. Die übrigen werden weggestürzt und das in ihnen enthaltene Kupfer ist verloren, wenn man diese ärmern Schlacken nicht besonders, in dem Krummofen zu Gute macht.

Um die sich bildenden Schlacken während des Schmelzprozesses selbst so zu entfernen, daß man das darin noch enthaltene Metall aufgeben kann, müßte man Kohle oder metallisches Eisen darauf einwirken lassen. — Diese beiden Entkupferungsmittel müssen mit Aufmerksamkeit studirt werden.

Wirkung der Kohle. — Man kann Holzkohle oder magere Steinkohle ohne Schwefelkies, in kleinen Stücken, anwenden. Man bringt das Reductionsmittel in den Ofen sobald die Erzcharge einen teigigen Zustand erlangt hat und rührt mit einem Haken tüchtig durch einander. Die Einwirkung der Kohle auf das Kupferoxyd beginnt fast sogleich und dauert bis zu dem vollkommenen Schmelzen der Schlacken fort; die überschüssige angewendete Kohle schwimmt auf der Oberfläche der flüssigen Masse und hat keine wesentliche Wirkung. Man gelangt leicht dahin, die Schlacken auf einen Kupfergehalt von $\frac{1}{2}$ Proc. (indem man nur das mit der Kieselerde verbundene Oxydul berücksichtigt) zu vermindern, ein Gehalt, der im Verhältniß zu dem Reichthum des Erzes als sehr gering angesehen werden muß.

Der große Nachtheil, den die Anwendung der Kohle darbietet, ist ihre Einwirkung auf das Eisenoxyd; in der hohen Temperatur, welche zum Schmelzen der Schlacken erforderlich ist, wird ein bedeutender Theil Eisen

ferner daran, daß das Kupfer eine gewisse Oxydulmenge aufgelöst enthält, welche in dem Maß steigt, als das Metall der oxydirenden Wirkung der Flammen ausgesetzt bleibt. Der letzte Theil des Raffinirens folgt sehr leicht, wenn man Proben von dem geschmolzenen Kupfer nimmt. Das Vorhandensein des Oxyduls zeigt sich durch immer röther werdende rothe Farbe, welche die Proben auf dem Bruch zeigen.

Die letzte Periode des Prozesses, das Raffiniren, hat den Zweck, die Menge des vielen, während des Gaarmachens entstandenen Oxyduls zu vermindern. Man wirft zu dem Ende einige Schaufeln voll Holzkohlen auf die Oberfläche des Metalles und rührt es damit um und zwar mittelst einer Stange von grünem Holz (p o l t e s). Der Arbeiter nimmt häufig Proben, um sich von dem Gange der Reduction des Oxyduls zu überzeugen und um die Wirkung der Holzkohle genau in dem Moment aufzuhalten, in welchem, wenn alles Oxydul zersetzt ist, das Kupfer noch keinen Kohlenstoff aufgenommen hat. Ist dieser Augenblick gekommen, so schöpft man das raffinirte Kupfer mit Kellen aus und gießt es in gußeiserne Formen.

Der auf diese Weise geführte Prozeß ist keine vollständige Zugutemachung; die gefallenen Schlacken sind reich an Kupferoxydul und man kann nur die wieder mit zuschlagen, welche Granatien enthalten, so daß der Kupferverlust stets wesentlich ist. In Amerika erfolgt die Zugutemachung des gediegenen Kupfers vom Obersee fast auf dieselbe Weise; allein da mehr erdige Substanzen beigemengt sind, so würde man einen zu bedeutenden Kupferverlust herbeiführen, wenn man die Schlacken nicht einer besondern Arbeit unterwerfen wollte.

Der Verfasser beschränkt sich hier darauf, die chemischen Reactionen der drei Perioden des Prozesses zu entwickeln, indem man die nöthigen Erklärungen zur Verdeutlichung ihrer Zwecke giebt.

D i e S c h m e l z u n g. — Die Erze enthalten das gediegene Kupfer in kleinen Körnern, geringe Beimengungen von Kupferoxydul, von kohlensaurem Kupfer, von Schwefel- und Kupfer- und zuweilen auch von Arsenikkies; die Gangart besteht fast ausschließlich aus Quarz. Diese Erze sind reich und geben 70 bis 75 Proc. raffinirtes Kupfer. Als Flußmittel schlägt man reiche Schlacke von den vorhergehenden Operationen zu, die als Basen, Eisen- und Kupferoxyd und die Kupferkörner eingemengt enthalten. Werden die Schlacken zu kieselig, um die quarzige Gangart der Erze leicht zu schmelzen, so muß man Hammerschlag oder Schmiedeschlacken zuschlagen.

Sobald die Charge gemacht ist, so verschmiert man alle Thüren und giebt ein starkes Feuer. Die Steinkohlenschicht auf dem Rost wird dick genug erhalten, damit die Flamme nicht oxydirend wirken kann; ohne diese Vorsichtsmaßregel würde ein Theil des metallischen Kupfers oxydiren, ehe es noch in den Fluß gekommen und es würden die Schlacken sehr reich sein. Die Flamme kann auf die auf der Herdsohle befindlichen Substanzen nur eine schwache reducirende Wirkung ausüben; sie können einen Theil des Kupfers in dem Oxydul oder im Carbonat, welche in dem Erz vorkommen, in den metallischen Zustand zurückführen, a[illegible] die Schlacken können sie nur eine geringe Wirkung haben.

Läßt man die nur geringe Einwirk[illegible] [illegible]me auf das Oxydul und die kohlensauren Erz[illegible] [illegible] annehmen, daß die Schmelzung der Subs[illegible] [illegible]wir[illegible] [illegible]s den

von den Substanzen selbst herrührenden, abhängen. Diese Wirkungen sind sehr einfach.

Die Kiese lösen sich nach und nach in dem Kupfer und zwar in dem Maaß auf, als es in Fluß kommt; sie bringen auch Eisen, Schwefel und Arsen in das Metall ein, von denen es wieder gereinigt werden muß.

Die Schlacken kommen nach und nach in Fluß und absorbiren die erdigen Gangarten der Erze zu gleicher Zeit mit den von den Flammen nicht reducirten Kupferoxyde. Während dieser Schmelzung können die Kiese partiell als Reductionsmittel auf das Kupferoxyd in den Schlacken einwirken, allein diese Einwirkung kann wegen der geringen Menge des Kieses unberücksichtigt gelassen bleiben.

Die Producte der Schmelzung sind:

1) Unreines (Schwarzkupfer), welches fast den ganzen Eisen-, Schwefel- und Arsengehalt der Erze enthält; man erhält in diesem Zustande: das gediegene Kupfer, einen Theil des Kupfers in den Oxydul und Carbonat und die Granalien der reichen Schlacken von den vorhergehenden Prozessen.

2) Schlacken, als Kupferoxyd: Silicat der eingetragenen Schlacken und als Kupferoxydul-Silicat, der durch die reducirenden Flammen während der Schmelzung nicht zersetzten Carbonate. Sie enthalten daher mehr Kupferoxyd als die Erze; es können ihnen nur wenige feine Granalien beigemengt sein, sobald der Schmelzer nur dahin arbeitet, ihnen durch Zuschlag von eisenhaltigen Substanzen die erforderliche Flüssigkeit zu ertheilen und diesen Zustand so lange zu erhalten, bis das Kupfer sich auf der Herdsohle sammeln kann.

Man zieht die Schlacken durch die Arbeitsthür mittelst einer Kratze ab und mit der letzten nothwendiger Weise auch eine gewisse Quantität Kupfer in Körnern von jeder Größe. Man kann bei den Schmelzprozessen nur einen Theil von den bei den vorhergehenden gefallenen Schlacken wieder benutzen und wählt nothwendig diejenigen, welche die meisten Granalien enthalten. Die übrigen werden weggestürzt und das in ihnen enthaltene Kupfer ist verloren, wenn man diese ärmern Schlacken nicht besonders, in dem Krummofen zu Gute macht.

Um die sich bildenden Schlacken während des Schmelzprozesses selbst so zu entfernen, daß man das darin noch enthaltene Metall aufgeben kann, müßte man Kohle oder metallisches Eisen darauf einwirken lassen. — Diese beiden Entkupferungsmittel müssen mit Aufmerksamkeit studirt werden.

W i r k u n g d e r K o h l e. — Man kann Holzkohle oder magere Steinkohle ohne Schwefelkies, in kleinen Stücken, anwenden. Man bringt das Reductionsmittel in den Ofen sobald die Erzcharge einen teigigen Zustand erlangt hat und rührt mit einem Haken tüchtig durch einander. Die Einwirkung der Kohle auf das Kupferoxyd beginnt fast sogleich und dauert bis zu dem vollkommenen Schmelzen der Schlacken fort; die überschüssige angewendete Kohle schwimmt auf der Oberfläche der flüssigen Masse und hat keine wesentliche Wirkung. Man gelangt leicht dahin, die Schlacken auf einen Kupfergehalt von $\frac{1}{2}$ Proc. (indem man nur das mit der Kieselerde verbundene Oxydul berücksichtigt) zu vermindern, ein Gehalt, der im Verhältniß zu dem Reichthum des Erzes als sehr gering angesehen werden muß.

Der große Nachtheil, den die Anwendung der Kohle darbietet, ist ihre Einwirkung auf das Eisenoxyd; in der hohen Temperatur, welche zu Schmelzen der Schlacken erforderlich ist, wird ein bedeutender Theil E

Gaarschlacken nur noch langsam bilden, wirkt das Oxydul sehr schnell auf das Kupfersulfuret, wobei schweflichte Säure entsteht. Diese Reaction veranlaßt ein wirkliches Aufkochen, welches um so länger dauert, jemehr Schwefel das Schwarzkupfer enthält; es deutet diese Erscheinung dem Arbeiter an, daß das Gaarmachen fast vollendet ist.

Das Arsen wird während dieser Zeit nur sehr wenig oxydirt; es bleibt größtentheils als Kupferarseniur zurück. Diese Verbindung wird langsam durch das Oxydul zerlegt, wenn dieß letztere in hinreichend starkem Verhältniß aufgelöst bleiben kann, d. h. gegen das Ende des Gaarmachens arsenichtsaures Kupferoxydul (arsénite d'oxydule de cuivre), in den zuletzt gebildeten Schlacken, die zu gleicher Zeit die kupferreichsten sind, entsteht. Die Erfahrung zeigt, daß man nie alles Arsen oxydiren kann, ohne nicht auch den größten Theil des Kupfers zu verlieren; diese praktische Thatsache ist durch die chemischen Verwandtschaften beider Körper leicht erklärt.

Bei gediegenem Kupfer, welches gewöhnlich nur Spuren von Arsen enthält, läßt man dieses beim Gaarmachen unberücksichtigt und hält die Oxydation nach dem Aufkochen auf, so daß die Proben in dem Gaarkupfer noch einen wesentlichen Theil Kupferoxydul nachweisen. Man ist aber alsdann überzeugt, daß in dem Metall weder Eisen noch Schwefel zurückbleiben kann.

Aus den vorhergehenden, sich auf zwei extreme Fälle (eisenhaltiges und Kupfer mit sehr vielem Schwefelgehalt) beziehenden Betrachtungen, könnte man leicht deduciren, welche chemischen Reactionen während des Gaarmachens, unter allen den verschiedenen Verhältnissen, statt haben müssen. Als praktische, und zugleich durch die theoretischen Reactionen erklärte Thatsache, kann man annehmen, daß das einen Ueberschuß von Eisen enthaltende Kupfer weit schwieriger zu reinigen ist, als Schwarzkupfer mit einem Ueberschuß an Schwefel.

Das Hammergaarmachen oder Raffiniren (**Raffinage**). — In dem Augenblick, in welchem man das Gaarmachen unterbricht, enthält das Kupfer noch ein bedeutendes Verhältniß von Oxydul (d. h. es ist übergaar) und noch etwas Arsenik, womit wir uns aber in dem vorliegenden Capitel nicht beschäftigen wollen. Man kann das Kupfer nicht abstechen oder ausschöpfen, weil das Oxydul dem Metall seine Geschmeidigkeit nimmt, so daß man es weder unter dem Hammer noch zwischen den Walzen bearbeiten kann. Man muß daher vorher alles Oxydul durch Einwirkung der Kohle reduciren, wobei man aber dahin zu sehen hat, den Prozeß zu beendigen, ehe sich Kohlenstoff mit dem Metall verbinden kann. Das Carburet löst sich eben so gut wie das Oxydul in dem Kupfer auf und nimmt ihm ebenfalls seine nützlichen Eigenschaften.

Während des Hammergaarmachens dürfen die Flammen nicht mehr oxydirend sein, weshalb man die Schüröffnung zum Eintragen des Brennmaterials auf den Rost sorgfältig mit Steinkohlen verschließen muß.

Man bewirkt die Reduction des Oxyduls dadurch, daß man die Oberfläche des flüssigen Kupfers mit Holzkohlen oder mit mageren Steinkohlen, die frei von Kies und in kleine Stücken zerschlagen sind, bedeckt. Man beschleunigt die Reduction, daß man eine Stange von grünem Holze in die flüssige Metallmasse steckt und sie damit umrührt, polt. Dieses Polen wirkt um so mehr, da sich durch die Zersetzung der organischen Substanz, Gase entwickeln.

Die Wirkung des Holzes ist sehr verwickelt: sie ist reducirend durch die entwickelten Gase, so wie durch die gebildete Kohle. Das Aufkochen, welches das Holz veranlaßt, bringt alle Metalltheile in rasche Berührung mit der auf der Oberfläche schwimmenden Kohle.

Ohne Anwendung einer Stange von grünem Holz, die bis auf die Herdsohle niedergestoßen wird, könnte das Oxydul nur nach und nach und in dem Maß, daß es sich in dem Kupfer verbreitet, mit der Kohle in Berührung kommen. Es würde daher zur fast vollständigen Reduction eine bedeutende Zeit erforderlich sein.

Der Gaarmacher muß die Stange herausziehen und fortwährend dem Gange des Prozesses folgen, indem er von dem Zeitpunct ab, in welchem er annehmen darf, daß der größte Theil des Oxyduls reducirt sei, häufige Proben nimmt. Die Proben werden in einer möglichst kleinen Form gegossen, sofort durch Einbringen derselben in Wasser abgekühlt, mittelst eines Meißels etwas davon abgehauen und mit Hülfe eines Schraubstocks zerbrochen. Farbe und Textur auf der Bruchfläche des Kupfers deuten die chemische Beschaffenheit des Kupfers genau an. Die Textur ist körnig und die Farbe sehr roth, so lange das Kupfer noch Oxydul enthält und es muß alsdann die reducirende Einwirkung fortgesetzt werden. Befindet sich das Kupfer dagegen in dem geeigneten Zustande, um ausgegossen zu werden, so zeigt es eine rosenrothe Farbe und einen etwas seidenartigen Bruch: es ist dann reines Metall. In diesem Augenblick muß sofort der Einwirkung der auf der Oberfläche schwimmenden Kohlen entgegengewirkt werden, indem man durch die Arbeitsthür etwas frische Luft einströmen läßt.

Das Ausgießen erfolgt mit der Kelle und beansprucht viel Zeit, weil gewöhnlich eine bedeutende Quantität Kupfer auf einmal raffinirt worden ist. Der Arbeiter kann nicht sicher sein, dieß Gleichgewicht zwischen der reducirenden und kohlenden Einwirkung der Kohle, dem oxydirenden Einfluß der Flammen und der Luft, die durch die beim Gießen geöffnete Thür einströmen kann, diese ganze Zeit hindurch zu erhalten. Es müssen von Zeit zu Zeit Proben genommen werden, um die Beschaffenheit des Kupfers zu untersuchen; am häufigsten ist die oxydirende Einwirkung vorherrschend und das Kupfer enthält dann gegen die Mitte des Ausgießens etwas Oxydul. Es muß alsdann die Arbeitsthür luftdicht verschlossen und von neuen mit einer Stange von grünem Holze so lange gepolt werden, bis daß das Kupfer auf den zweckmäßigen Punct zurückgeführt worden ist. Es wird alsdann mit dem Auskellen des Kupfers weiter fortgefahren.

Ein ungeübter und ungeschickter Gaarmacher läßt den zweckmäßigen Punct des Raffinirens häufig vorübergehen, d. h. läßt die Holzkohlen zu lange wirken; das Kupfer enthält kein Oxydul weiter, sondern eine große Menge von Kupfercarburet. Die Proben deuten das Vorhandensein des Carburets durch die körnige Textur und die gelbe Farbe des Bruchs an. Es muß alsdann die Oxydation wieder begonnen und bis dahin wieder verlängert werden, bis das Kupfer wiederum Oxydul hat, welches ein Beweis, daß aller Kohlenstoff oxydirt worden ist. Man muß alsdann von Neuem zum Raffiniren schreiten. Ein unaufmerksamer und ungeschickter Gaarmacher kann daher einen bedeutenden Verlust an Zeit, Brennmaterial und Kupfer veranlassen, welches natürlich auf die Kosten einen wesentlichen Einfluß haben muß.

Es muß hier bemerkt werden, daß die beiden Probenreihen, di-

Ende des Gaarmachens und während des Raffinirens genommen worden sind, wesentlich von einander abweichen. Bei der erstern hat der Arbeiter nicht nöthig sich zu beeilen; er braucht sich nur die Ueberzeugung zu verschaffen, daß das Metall eine wesentliche Menge von Oxydul enthält, welches ein sicherer Beweis von der Entfernung des Eisens und des Schwefels ist. Die Proben können mit einer etwas großen Kelle genommen und langsam abgekühlt werden, so daß man alle Kennzeichen der chemischen Beschaffenheit des Kupfers genau untersuchen kann. Es gehören hauptsächlich die Färbung der Oberfläche während der Abkühlung, so wie die Farbe und die Textur auf dem Bruche hierher; hält man die Oxydation einige Minuten zu spät auf, so hat das nur einen sehr unbedeutenden Mehrverbrauch von Brennmaterial zur Folge, der ganz unberücksichtigt bleiben kann.

Dagegen kann beim Raffiniren der chemische Zustand des Kupfers sehr rasch wechseln. Der Augenblick, den der Arbeiter zur Unterbrechung der Wirksamkeit der Kohle und des Holzes erfassen muß, dauert oft keine Minute. Sobald das Oxydul vollständig reducirt ist, beginnt die Kohlung. Hat der Arbeiter den richtigen Punct vorübergehen lassen, so wird der Moment des Ausgießens oft um mehr als eine Stunde verspätet.

§. 2.

Die Hütte zu Detroit. — 1854.

Als ein sehr hervortretendes Beispiel der Zugutemachung des gediegenen Kupfers nehmen wir den Betrieb der Hütte zu Detroit in Nordamerika, durch den man, je nachdem es kommt, sowohl die Wände oder Massen, als auch die Producte der mechanischen Aufbereitung aus den verschiedenen Gruben am Obersee verarbeitet. Die Zugutemachung ist in dieser Hütte vollständiger als in den französischen; die Schlacken der Flammöfen werden in Schachtöfen verschmolzen und man stürzt nur solche Schlacken weg, die weniger als ½ Proc. Kupfer enthalten.

Lage der Hütte. — Die Hütte ist auf dem Ufer des Flusses errichtet, der den Huronsee mit dem Eriesee verbindet, und ist nur eine geringe Strecke von der Stadt Detroit entfernt, deren commercielle Wichtigkeit und Thätigkeit sich mit großer Schnelligkeit entwickelt.

Die die großen Seen befahrenden Segel- und Dampfschiffe können an die Quaies der Hütten anfahren und ihre Materialien zuführen oder die Kupferblöcke mitnehmen.

Die Erze werden stets zu Wasser und nur im Sommer angefahren; die Fracht vom Obersee bis zur Hütte schwankt zwischen 20 und 30 Francs für die Tonne.

Die Steinkohlen kommen von den Gruben, die in der Umgegend von Pittsburg, südwärts vom Eriesee betrieben werden; sie ist sehr brauchbar und kostet auf der Hütte die Tonne 25 bis 30 Francs.

Holz und Holzkohle sind billig; 1 Tonne Holz kostet 10 Francs und die Kohle 40 bis 55 Francs.

Der zur Zugutemachung der Schlacken verwendete Anthracit kostet 42 Francs.

Die feuerfesten Ziegelsteine kommen von Pittsburg, von New-Castle am Ohio und von Neu-York; sie kosten:

Ziegelsteine von Pittsburg 130 Frcs. das Tausend und 80 Frcs. Transport.
" " New=Castle 155 " " " " 37 " "
" " Neu=York 210 " " " " 140 " "

Es sind jedoch die Ziegelsteine von New=Castle fast eben so gut als die von New=York und wegen ihres geringern Preises giebt man ihnen den Vorzug.

Das Kupfer wird nach New=York, Boston, Philadelphia ꝛc., auch nach dem europäischen Festlande, nach Hamburg ꝛc. geschafft, entweder auf den Seen und Kanälen oder auf den Eisenbahnen. Die Frachten sind, wie man aus dem Nachstehenden ersieht, billig:

Man zahlt für die Tonne von der Hütte nach New=York 30 Frcs., nach Boston 33 Frcs., nach Philadelphia 38 Frcs.

Die Arbeitslöhne sind aber sehr theuer; gute Hüttenarbeiter verdienen täglich 8 bis 12 Frcs., selbst Tagelöhner 5 Frcs. Es ist dieß ein ungünstiges Verhältniß bei allen Hütten der amerikanischen Union, welche einen Theil der Vortheile der niedrigen Preise der Brennmaterialien und der niedrigen Frachten wieder aufhebt.

Erze. — Die Gruben des Obersees fördern sehr verschiedenartige Erze, die wir schon weiter oben im ersten Capitel kennen gelernt haben.

Die Hütte erhält diese Producte von sehr vielen Gruben und muß sie getrennt zu Gute machen, um sich mit jeder berechnen zu können, da die Erze nach ihrem wirklichen Metallgehalt, der theils in den Flammöfen, theils aus deren Schlacken in Krummöfen dargestellt wird, bezahlt werden.

Die Kosten für das Verschmelzen der größern Massen und der verschiedenen Aufbereitungsproducte des Kupfers, sind verschieden. Die erstern enthalten stets eine gewisse Menge erdiger Gangarten in ihren Vertiefungen und Oberflächenspalten, ja selbst von dem Metalle ganz umgeben; ihr Gehalt kann durch keine Probe vorher bestimmt werden; die Bücher der Hütte allein geben das Ausbringen an und eine Controle ist nicht möglich.

Die unter den Pochstempeln gesammelten Stücke gediegenen Kupfers sind fast rein und müßten daher fast 100 Proc. Kupfer beim Schmelzen geben; allein selten kann eine Grube so viel von diesen Producten fördern, daß man sie für sich verschmelzen könnte, weshalb man sie mit den Wänden zusammen zu Gute machen muß. Gewöhnlich sind sie silberhaltiger als die großen Wände und hauptsächlich aus diesem Grunde sollte man sie stets für sich verschmelzen.

Die gewaschenen Pocherze oder Schliehe enthalten stets eine bedeutende Menge von Gangarten, wie Chlorit, Trapp, Kalkspath, Quarz, Epidot ꝛc. deren Gemeng sehr leicht flüssig ist.

Diese Producte können bei ihrer Ankunft auf der Hütte probirt und bei ihnen kann eine genaue Controle gegen die Schmelzprozesse geführt werden. Jedoch sind für diese Waschproducte, so gut wie für die Massen, die Schmelzkosten nach den Resultaten der Zugutemachung, d. h. nach der Gewichtsmenge des in die Formen ausgegossenen raffinirten Kupfers und nach dem Gewicht der Flammofenschlacken, welche im Krummofen durchgesetzt werden müssen, regulirt.

Alle Erze enthalten metallisches Silber in einem wesentlichen Verhältniß, allein es kann den Grubenbesitzern keine Rechnung getragen werden; die Hütten liefern nur die Kupferblöcke aus den ihnen übergebenen Erzen.

Während des Winters, wenn die Schifffahrt auf den Seen dur

deren Eisdecke behindert ist, wird der Betrieb unterbrochen. Die ersten Erze kommen gewöhnlich Ende Mai zur Hütte und die letzten Ende Novembers und im December kommen die Oefen zum Kaltlager.

Verfahren bei der Zugutemachung. — Die Wände oder Massen und die Producte der mechanischen Aufbereitung, die von den verschiedenen Gruben angeliefert worden, werden jede für sich zu Gute gemacht; die unter den Pochstempeln zurückbleibenden Kupferstücke, welche reiner als die Massen sind, werden, wenn man hinreichende Mengen davon hat, und wenn sie einen hinlänglichen Silbergehalt haben, für sich allein verschmolzen, während sie, wenn dieß nicht der Fall ist, mit den Massen zu Gute gemacht werden.

Das Verfahren umfaßt zwei Prozesse:

1. Das Schmelzen im Flammofen, wobei reiche Schlacken und reines Kupfer fallen, welches in eiserne Formen ausgegossen wird. Das Verfahren zerfällt in drei Perioden, wie schon bei dem französischen aus einander gesetzt worden ist: die Schmelzung, das Gaarmachen und das Raffiniren.
2. Die Zugutemachung der Schlacken in Schachtöfen (cubilots), welche sehr arme Schlacken und eisenhaltiges Kupfer giebt. Man muß das Metall im Flammofen umschmelzen, es gaarmachen und zuletzt raffiniren.

Einrichtung der Hütte. — Das von dem Quai nur wenig entfernte Hauptgebäude enthält zwei große Flammöfen, welche symmetrisch zu beiden Seiten einer Eisenbahn liegen, auf der man die Wände, die Erze, so wie überhaupt alle Materialien, welche zu Wasser ankommen, zur Hütte transportirt.

Um die bis drei Tonnen wiegenden Kupfermassen handhaben zu können, sind zwei Krahne angebracht, der eine am Quai, der andere in der Hütte selbst. Der erstere dient dazu die großen Massen gediegen Kupfer auf den Wagen zu laden, der sie bis zu den Oefen schafft; der zweite wird dazu benutzt, sie auf die Ofengewölbe zu heben und sie durch eine Oeffnung in demselben, langsam auf die Herdsohle nieder zu lassen. Da dieß Einbringen der Massen in die Oefen nicht anders als durch die Gewölbekappen bewirkt werden kann und die Oeffnungen in denselben bedeutend sein müssen, so verschließt man sie mit beweglichen Hauben, ähnlich denen, wie sie bei den großen Treibeöfen angewendet werden; zwei zur Seite angebrachte Krahne dienen zur Bewegung dieser Hauben. — Ein kleineres Gebäude enthält das Laboratorium, die Bureaus, das Kupfer- und das Magazin für die Gezähe, die gußeisernen Formen u. s. w.

Zwei kleine Schachtöfen sind am Quai erbauet; das Gebläse, welches diesen Ofen den Wind liefert, ist unter einem Schoppen, der an dem Hauptgebäude angelehnt ist, gestellt. Die Steinkohle und die Erze werden bis zu ihrem Gebrauche auf dem Quai aufgestürzt.

Flammöfen. — Die Fig. 1, Taf. I ist ein Längendurchschnitt eines solchen Ofens nach der Linie A B, Fig. 2 und 3 ein horizontaler Durchschnitt nach der Linie C D, Fig. 1.

Die Hauptdimensionen sind die nachstehenden:

Feuerraum. — Horizontal-Querschnitt, 1,30 und 1,00 Met.; Höhe der Brücke über dem Rost 1 Met.; ganze Tiefe 1,50 Met.; der Aschenfall hat 1,50 Met.

Brücke. — Die Breite der Brücke nimmt vom Rost bis zur Herdsohle von 1,30 bis 2 Met. zu; ihre Länge beträgt 0,60 Met.; die größte

Höhe des Raumes über der Brücke, durch welche die Flamme strömt, beträgt 0,45 Met.

Herdsohle. — Diese ist fast elliptisch; sie ist 4,20 Met. lang und ihre größte Breite beträgt 3 Met. Die Herdfläche hat eine geringe Neigung nach der Abstichthür, am Ende des Ofens, so daß er in der Nähe dieser Thür einen Sumpf bildet, in welchem sich das geschmolzene Kupfer sammelt; der tiefste Punct liegt 0,35 Met. unter der Brücke. Die Sohle besteht aus drei über einander liegenden Schichten, deren Gesammtdicke an der Brücke 1 Met. und am Sumpf 0,66 Met. beträgt. Die unterste Schicht besteht aus einem sehr fest eingestampften Gemenge von Sand und Ziegelstücken. Die beiden andern Schichten bestehen aus feuerfesten Sand, der etwas thonig und eisenhaltig ist; sie sind erst mit schweren Keulen fest eingestampft und dann durch zwei starke Feuerungen des Ofens zusammengefrittet. Ein auf diese Weise vorgerichteter Herd ist undurchdringlich und widersteht sehr leicht während der ganzen Dauer einer Campagne. Diese Herdsohle wird durch ein Gewölbe von gewöhnlichen Ziegelsteinen getragen, welches im Schluß eine Stärke von 0,50 Met. hat.

Die am untern Ende befindliche Thür ist 0,40 Met. breit und 0,30 Met. hoch; die gußeiserne Schwellplatte liegt in derselben Höhe wie die Brücke und 0,60 Met. über der Hüttensohle.

Die Thür zum Chargiren der nicht in zu großen Stücken vorkommenden Erze ist in der Mitte von einer der Seitenwände angebracht; sie ist 0,35 Met. hoch und 0,50 Met. breit. Sie wird auf drei Seiten nach außen zu weiter, die gußeiserne Schwellplatte aber liegt horizontal.

Das Gewölbe ist sehr niedrig und in der Mitte mit einer länglich viereckigen, 1 Met. weiten Oeffnung versehen. Durch diese Oeffnung werden, wie schon bemerkt, die großen Stücke von gediegenem Kupfer eingebracht. Die Oeffnung ist durch eine Haube von Ziegelsteinen, die von einem eisernen Rahm zusammengehalten werden, geschlossen; vier Ketten verbinden die Haube mit einem neben dem Ofen angebrachten Krahn, so daß sie leicht abgehoben, bei Seite geschoben und eben so leicht wieder an ihre Stelle gebracht werden kann. Um das Gewölbe nicht nachtheilig zu belasten, muß der Krahn einen Theil von dem Gewicht der Haube tragen, während sie die Oeffnung in dem Gewölbe verschließt.

Die Flamme strömt durch einen Fuchs aus dem Ofen, dessen Oeffnung im Gewölbe, in der Nähe der Thür am Ende angebracht ist; er hat eine Neigung von 45 Graden und der innere Querschnitt beträgt 0,35 zu 0,47 Met. Er mündet in einer Esse, die 18 Met. über der Hüttensohle hoch ist und zur Seite des Ofens steht. Ihr unterer Querschnitt beträgt unten 0,70 und oben 0,62 Met. im Quadrat.

Die Schüröffnung zum Einbringen des Brennmaterials auf den Rost, liegt 0,80 Met. über demselben; sie ist mit einem gußeisernen Rahm eingefaßt, der unten aus einer horizontalen Platte besteht, sich auf den drei andern Seiten aber nach außen erweitert; der quadratische Querschnitt beträgt im Innern 0,25 und an der äußern Fläche 0,35 Met. — Es wird diese Oeffnung gewöhnlich mit Steinkohlenstücken verschlossen, die der Arbeiter, wenn er einschüren will, ins Innere des Ofens stößt.

Die beiden andern Thüröffnungen zum Arbeiten auf dem Herde und zum Auskellen des Kupfers werden durch Thüren von feuerfesten Thon, die durch eiserne Rähme zusammengehalten werden, verschlossen; sie sind in

gußeisernen Coulissen oder Falzen senkrecht verschiebbar und werden auf die gewöhnliche Weise durch Ketten und Hebel aufgezogen und niedergelassen.

Die Feuerbrücke, die Ofenwände, der Fuchs und das Innere der Esse sind aus feuerfesten Steinen construirt. Dieses innere Mauerwerk wird, wie Fig. 2 zeigt, durch einen Mantel von gewöhnlichen Ziegelsteinen, so wie durch guß- und schmiedeeiserne Armaturen zusammengehalten; die letztern sind auf Fig. 2 nicht dargestellt.

Beide Mauern, die Futter- und die Rauh-Mauer, sind durch einen 0,05 Met. weiten Zwischenraum von einander getrennt und derselbe ist, wie gewöhnlich bei Schmelzöfen, mit einer Füllung von Materialien, die schlechte Wärmeleiter sind, in dem vorliegenden Falle Sand im Gemenge mit kleinen Ziegelsteinbruchstücken, versehen.

Das Mauerwerk der Esse ist der Höhe nach in drei Abtheilungen gebracht, die über einander zurücktreten; unten besteht das Mauerwerk aus zwei, in der Mitte aus einer und einer halben und oben nur aus einer Ziegelsteindicke.

Die Schachtöfen. — Die beiden kleinen Schachtöfen haben eine ganz eigenthümliche Einrichtung, wie sie Hr. Rivot in keiner andern Kupferhütte gesehen hat; sie ist sehr einfach und es sind, um das Nachstehende deutlich zu machen, keine Figuren erforderlich.

Ein solcher Ofen ist cylindrisch, im Querschnitt kreisrund, von 3 Met. Höhe und 1 Met. innerem Schachtdurchmesser. Die Wände haben nur eine Ziegelsteindicke, diese sind von einem Mantel von dickem Blech umgeben, der durch schmiedeeiserne Reifen armirt ist.

Die Sohle oder der Boden besteht aus fest eingestampften, feuerfesten Sand von 0,30 Met. Dicke; seine Oberfläche hat eine starke Neigung nach der Abstichöffnung, welche gleich der eines gewöhnlichen Kupolofens, mit dem der vorliegende die größte Aehnlichkeit hat, eingerichtet ist.

Der Ofenmantel und das Ziegelsteinfutter stehen auf einer runden gußeisernen Platte, die 1 Met. über der Sohle auf vier gußeisernen Säulen liegt, welche auf einem festen Fundamente stehen. Der Sand des Bodens liegt ebenfalls auf einer runden Platte, die auch von den vier Säulen mittelst Querstäben getragen wird.

Ueber den Oefen ist eine Esse von geringer Höhe angebracht, die nur den Zweck hat, die Arbeiter gegen die sich während des Betriebes entwickelnden Gase zu schützen.

Das Eintragen der Schmelzmaterialien geschieht durch die Gichtöffnung, welche mit der Hüttensohle fast in gleicher Ebene liegt, da man die natürlichen Bodenverhältnisse zu solch günstiger Stellung der beiden Kupolöfen benutzt hat.

Der Wind wird durch drei Formen eingeführt, die in einer Ebene 0,35 Met. über dem Boden und 90 Gr. über einander liegen. Die drei Düsen erhalten den Wind aus einer ringförmigen Röhre, welcher den Ofen umgiebt und mit dem Gebläse in Verbindung steht. Dieses besteht aus drei doppelt wirkenden Cylindern, die durch eine Dampfmaschine, welche stärker als erforderlich ist, betrieben werden.

Die Formöffnungen haben 0,035 Met., der Druck des Windes ist = 0,09 Met. Quecksilber. Man ersieht hieraus, daß man sehr viel Wind, unter einem bedeutenden Druck, in den Ofen führt, wie es die Beschaffenheit des Brennmaterials erfordert.

Die Beschreibung des übrigen Materials, wie Krahne, Wagen, Gezähe, Formen in welche das Kupfer ausgegossen wird 2c. übergehen wir, da uns dieß viel zu weit führen würde.

Personal. — Die Hütte erfordert während der Campagne im Sommer einen Werkmeister, einen Gaarmachermeister, 18 Schmelzer, Vorläufer 2c. 5 bis 8 Tagelöhner, je nach der Ankunft der die Schmelzmaterialien herbeiführenden Schiffe.

Außerdem sind ein Hüttendirector, ein Rechnungsführer und ein Gehülfe im Bureau beschäftigt.

Das Schmelzen im Flammofen. — Es soll zuvörderst die Verarbeitung der großen Stücke gediegen Kupfer beschrieben und es soll dann der Unterschied angegeben werden, der zwischen diesen und denjenigen Prozessen existirt, durch welche die verschiedenen Producte der mechanischen Aufbereitung zu Gute gemacht werden.

Die Oefen bedürfen gewöhnlich während der ganzen Campagne keiner Reparatur und es wird der Betrieb daher nur Sonntags unterbrochen. Am Sonnabend Abend wird der Rost sehr sorgfältig mit Brennmaterial versehen und der Zug fast gänzlich unterbrochen, so daß Montags früh die Oefen sehr bald in die erforderliche Hitze kommen können. Schmilzt man Massen ein, so macht man in jedem Ofen regelmäßig sechs Chargen wöchentlich; eine Charge umfaßt 4 bis 5 Tonnen, je nach den Dimensionen der Massen und der Menge der damit zu verschmelzenden kleinen Stücke vom Pochwerke.

Sobald die Charge vollendet ist, verschließt und verstreicht man die Ofenthüren und schürt sehr lebhaft. Der Heizer muß auf dem Rost eine Steinkohlenschicht von wenigstens 0,60 Met. erhalten und nur wenig Luft einströmen lassen, so daß die Flammen den Fuchs erreichen können, ohne eine wesentliche oxydirende Wirkung zu haben.

Demnach enthalten die, sich aus dem Feuerraum entwickelnden Gase gerade noch so viel freien Sauerstoff, um die brennbaren Gase verbrennen zu können, ehe sie durch den Fuchs entweichen.

Die Flamme ist daher an einigen Puncten oxydirend und an andern reducirend; die letztere Wirkung ausschließlich kann nur in der Nähe des Fuchses sich zeigen.

Die auf den Herd gebrachten großen Kupferstücke erheben sich bis zum Gewölbe und sind daher während ihres langsamen Schmelzens, an gewissen Puncten einer schwach oxydirenden Wirkung ausgesetzt, am andern dagegen einer reducirenden und kohlenden.

Es muß daher während des Schmelzens ein gewisses Verhältniß von Oxydul und zu gleicher Zeit auch Kupfercarburet entstehen.

Das entstandene Oxydul wird sehr rasch zersetzt, wenn es nicht im Augenblick seiner Bildung mit erdigen, sehr leichtflüssigen und stets sehr quarzigen Gangarten in Berührung tritt; in diesem Fall bilden sich Silicate, welche das Oxydul absorbiren und auf die geschmolzenen Schlacken können die reducirenden Gase nur eine geringe Einwirkung haben.

Das vollständige Einschmelzen der Schlacke ist in 12 bis 15 Stunden vollendet, indem die Dauer des Prozesses von der Größe der Stücke abhängt; in diesem Augenblick enthalten die Schlacken eine sehr wesentliche Menge von Oxydul, während das Kupfer eine gewisse Kohlenstoffmenge aufgelöst enthält. Es würde dieses Resultat ein sehr überraschendes sein

wenn man nicht die Ungleichartigkeit der Gase, welche die Flammen geben, so wie auch die etwas verwickelten Reactionen, die der Verfasser zu erläutern gesucht hat, berücksichtigen wollte.

Man unterhält die Schmelzflüssigkeit ziemlich lange, etwa eine Stunde, um den Schlacken eine bedeutende Flüssigkeit zu ertheilen, so daß sich die darin enthaltenen Kupferkörnchen möglichst vollständig abscheiden können. Man zieht die Schlacken durch die Arbeitsthür mit einer Kratze ab; sie fallen auf die Hüttensohle und werden, nachdem sie erstarrt sind, in Blechkarren aus der Hütte fortgeschafft. Man stürzt sie in der Nähe der Kupolöfen auf und kühlt sie mit Wasser ab, damit sie sich leichter zerkleinern lassen. Sobald eine für eine Tagearbeit hinreichende Menge von Schlacken vorhanden ist, werden sie in einem der Kupolöfen auf Kupfer verschmolzen.

Die Schlacken sind Silicate mit mehren Basen, die 3 bis 4 Procent Kupfer als Oxydul und 3 bis 6 Procent an Granalien enthalten.

Das auf der Sohle des Flammofens zurückgebliebene Kupfer gelangt zum Gaarmachen, welches nur eine sehr kurze Zeit erfordert, weil die einzige darin enthaltene fremdartige Substanz, der Kohlenstoff, leicht zu oxydiren ist. Der Heizer stößt seinen Spieß durch den Rost, um mehr atmosphärische Luft in das Brennmaterial gelangen zu lassen und zu gleicher Zeit machte er in den Steinkohlen, welche die Schüröffnung verschließen, einige Löcher. Die Flammen werden oxydirend; es bildet sich schnell viel Oxydul, welches sich in dem Metall auflöst und den Kohlenstoff schnell oxydirt. In weniger als einer halben Stunde ist das Kupfer auf den zweckmäßigen Punct gebracht, d. h. Oxydul aufgelöst zu enthalten; der Gaarmacher überzeugt sich durch Probenehmen davon.

Man schreitet alsdann zum Raffiniren. Man schürt von Neuem Steinkohlen auf den Rost und verschließt die Schüröffnung so sorgfältig als thunlich, um die Flamme so wenig als möglich oxydirend zu machen. Man wirft eine Schaufel voll groben Holzkohlen auf das flüssige Metall, läßt sie einige Zeit wirken und steckt dann eine Stange von grünem Holz hinein, die so lange darin stecken bleibt, bis sich eine starke Gasentwickelung zeigt. Darauf zieht man die Stange heraus und nimmt eine Probe. Die Reduction der letzten Oxydultheile muß sehr langsam und durch die Kohle allein bewirkt werden, damit der Gaarmacher mehr Zeit habe den, für das Ausgießen zweckmäßigen Zeitpunct zu erfassen, nämlich den, zu welchem das ganze Kupferoxydul reducirt ist. Man läßt alsdann etwas Kohle auf der Oberfläche des Kupfers zurück, um die oxydirenden Wirkungen möglichst zu verhindern und das Metall so viel als thunlich rein zu erhalten. Die Arbeiter gehen nun fast zusammen an das Ausgießen, indem sie das Kupfer mit eisernen Kellen aus dem Sumpf des Ofens, durch die Thür am Ende ausschöpfen und in die vor dem Ofen an einander gereiheten 36 gußeisernen Formen, sogenannter Eingüsse, ausgießen. Die Arbeiter schützen sich gegen die heftige Hitzeausstrahlung dadurch, daß sie ihre Arme mit einem Sack von grober, angefeuchteter Leinwand bedecken. Die Arbeit ist sehr schwer und es müssen daher die 12 sämmtlichen Hüttenleute beider Oefen sich damit zu gleicher Zeit beschäftigen. Es müssen aus diesem Grunde die Chargen der Art eingerichtet werden, daß das Personal bei dem zweiten Ofen zur Zeit des Ausgießens beim ersten nicht nothwendig benutzt zu werden braucht.

Die Eingüsse liegen auf drei paralellen Stäben über einen mit Wasser

angefüllten Troge. Sobald ein Kupferzain erstarrt ist, läßt man den Einguß sich um den mittlern Stab, mit dem er durch ein Charnier verbunden ist, so weit drehen, bis daß der Kupferzain ins Wasser fällt.

Wenn die 36 Eingüsse gefüllt worden sind, so hält man das Ausgießen einen Augenblick auf und der Gaarmacher nimmt eine Probe, um sich von der Beschaffenheit des Kupfers zu überzeugen. Je nach dem Ausfall derselben kann man nun das Ausgießen fortsetzen, oder Kohlen auf die Oberflächen werfen und etwas Feuer geben, oder endlich das Kupfer oxydiren und zu einem neuen Raffiniren schreiten, ehe das Ausgießen fortgesetzt wird.

Zum Ausgießen der ganzen Charge in die Formen sind 4 bis 6 Stunden erforderlich; die Zaine wiegen nur 9 Kilogr.

Sobald die Charge ausgekellt ist, reparirt man den Herd, indem man die Löcher und Spalten mit feuerfesten Sand verschließt und die Oberfläche feststampft, um ihm einen gleichförmigen Fall bis zum Sumpf zu geben.

Darauf kann man die Thüren öffnen und eine neue Charge machen; während dieser Zeit muß das Gaarmachen in dem zweiten Ofen beginnen, so daß die Arbeiter zwischen beiden Ausgießungen etwa eine Stunde Ruhe haben.

Bei dem Schmelzen der Kupfermassen wird sehr regelmäßig eine Charge in 24 Stunden gemacht; das Besetzen beider Oefen geschieht Abends, damit das Gaarmachen und Raffiniren am Tage vollendet werden kann.

Der Betrieb während der Nacht ist sehr einfach; es bedarf nur eines regelmäßigen Schürens und es sind bei beiden Oefen nur zwei Hüttenleute und ein Tagelöhner nöthig.

Erhaltene Producte. — Dieser erste Prozeß giebt zwei Producte: Kupfer in Zainen, Stäben oder Blöcken und Schlacken. Das Kupferausbringen ist je nach der Beschaffenheit der zu Gute zu machenden Massen verschieden; jedoch kann man ein durchschnittliches Ausbringen von 75 Proc. annehmen.

Die Schlacken fallen hauptsächlich beim Schmelzen, denn beim Gaarmachen erfolgt nur eine geringe Menge. Die erstern enthalten 5 bis 10 Procent als Silicat oder in eingesprengten Körnern; andere sind viel reicher und basische Kupfer-Oxydul- und Oxyd-Silicate. Das Verhältniß der producirten Schlacken übersteigt 20 Proc. von den chargirten Materialien nicht.

Hüttenkosten. — Nach den Mittheilungen, die dem Verfasser auf der Hütte zu Detroit selbst gemacht worden sind, verbrennt man in 24 Stunden in einem Ofen $2\frac{1}{2}$ Tonnen Steinkohlen zum Verschmelzen von 5,5 bis 5 Tonnen Kupfermassen auf 3 bis 3,5 Tonnen raffinirtes Kupfer.

Die täglichen Kosten für zwei Oefen sind:

Steinkohlen, 5 Tons = 27 Frcs.	135	Frcs.
Arbeitslohn für 15 Mann à 7,60 Frcs. . . .	114	„
Holz und Holzkohlen	6	„
Abnutzung der Gezähe und Ofenreparaturen, nach dem Durchschnitt einer Campagne	10	„
Summa	265	Frcs.

Die Hüttenkosten für eine Tonne großer Kupfermassen betragen daher:

Steinkohlen, 0,50 Tonnen	13	Frcs.	50	Cent.
Arbeitslohn 1,50 Schichten	11	„	40	„
Holz und Holzkohle	—	„	60	„
Abnutzung der Gezähe, Reparaturen . .	1	„	—	„
	26	Frcs.	50	Cent.

Eine Tonne von dem zu Gute gemachten Kupfer giebt durchschnittlich:

Kupfer in Stangen	0,750	Tonnen
Schlacken	0,200	„

Zugutemachung der Producte der mechanischen Aufbereitung. — Die unter den Pochstempeln liegen bleibenden kleinen Stücke gediegenen Kupfers sind, durch die wiederholten Stöße der Stempel, denen sie lange Zeit ausgesetzt gewesen, gänzlich von Gangarten befreiet. Jedoch hat man nur selten Gelegenheit sie allein zu verarbeiten, da nicht hinreichende Mengen davon gefördert werden können. Ist dieß aber der Fall, so werden sie denselben Prozessen unterworfen wie die Massen, indem man 8 Tonnen auf einmal in den Ofen einträgt. Das Schmelzen dauert lange und das Kupfer nimmt eine bedeutende Menge von Kohlenstoff auf; es fallen nur wenig Schlacken, welche wenig Kupfer als Silicat enthalten. Das Gaarmachen und das Raffiniren dauert länger, weil man eine bedeutende Gewichtsmenge Kupfer verarbeitet; das Ausgießen allein beansprucht 8 bis 10 Stunden.

Der ganze Prozeß erfordert zwei Tage, während welcher man etwa 5 Tonnen Steinkohlen verbrennt.

Die Hüttenkosten für die Zugutemachung einer Charge von 8 Tonnen im Flammofen sind folgende:

Steinkohlen 5 Tonnen, à 27 Frcs.	135	Frcs.
Arbeitslohne, 21 Schichten, à 7,143 Frcs.*) . .	150	„
Holzkohlen und Holz	6	„
Abnutzung der Gezähe, Reparatur	10	„
Summe	301	Frcs.
d. h. auf die Tonne des Materials	37,625	Frcs.

Producte:	Kupfer in Stangen	0,900	Tonnen,
	Schlacken	0,110	„

Die meisten Schlacken fallen während des Gaarmachens; sie sind kupferreich.

Die von der Aufbereitung der Erze auf Setzsieben und Herden herrührenden Schlieche enthalten eine verschiedenartige, aber stets sehr bedeutende Menge von erdigen Gangarten. Man beschickt gewöhnlich verschiedene Schliecharten von einer Grube mit einander.

Die Charge besteht aus 3 Tonnen und diese kommen nach 7 Stunden in vollständigen Fluß; man zieht die Schlacken ab und bringt eine neue

*) Der Schichte[illegible] [illegible] nd die im Gedinge arbeitenden [illegible] Schicht 9 Frcs. verdienen.

Charge ein, die ebenfalls einschmilzt und von den Schlacken befreit wird, worauf man zum Gaarmachen und Raffiniren schreitet. Dieß wird mit dem Kupfer von zwei Chargen, d. h. von 6 Tonnen Erz bewirkt und es dauert dieser doppelte Prozeß 24 Stunden, während welcher Zeit man etwa 3 Tonnen Steinkohlen verbrennt.

Diese Aufbereitungsproducte geben etwa 50 Proc. raffinirtes Kupfer und ein fast gleiches Gewicht Schlacken.

Die Hüttenkosten für die Zugutemachung von 6 Tonnen Beschickung, in 24 Stunden betragen:

3 Tonnen Steinkohlen à 27 Frcs.	81 Frcs.
Arbeitslöhne, 10 Schichten à 7,80 Frcs.	78 „
Holz und Holzkohle	3 „
Abnutzung der Gezähe, Ofenreparaturen	6 „
Summe Hüttenkosten	168 Frcs.

Producte: Kupfer in Stangen, im Durchschnitt 3 Tonnen,
Schlacken vom Schmelzen und Gaarmachen 3 „

d. h. für eine Tonne der zu Gute zu machenden Beschickung:

Steinkohlen 0,50 Tonnen	13,50 Frcs.
Arbeitslohn 1,66 Schichten	13,00 „
Holz und Kohlen	0,50 „
Abnutzung der Werkzeuge und Reparaturen . .	1,00 „
	28,00 Frcs.

Die Hüttenkosten für eine Tonne sind daher bei der Zugutemachung der Schlieche eben so hoch als bei der der großen Stücke und weit geringer als bei der Zugutemachung des gediegenen Kupfers in kleinen Stücken.

Producte: Kupfer in Stangen 0,50 Tonnen,
Zuzuschlagende Schlacken 0,50 „

Die Hüttenkosten für eine Tonne raffinirtes Kupfer der drei Sorten betragen:

für Kupfer aus Massen	45,33 Frcs.
„ „ „ kleinen Stücken	41,80 „
„ „ „ Schliechen	56, „

Es folgt aus den obigen Zahlen, daß es in Beziehung auf den Haushalt nicht zweckmäßig ist, die kleinen Stücken gediegenen Kupfers, die aus dem Pochtroge kommen, für sich allein zu verschmelzen; es ist vortheilhafter, diese Producte zu gleicher Zeit mit den Massen zu Gute zu machen. So viel als möglich muß man die kleinern Stücke für sich verarbeiten, da sie stets eine wesentliche Menge gediegenes Silber enthalten, welches dann in das raffinirte Kupfer übergeht und zwar in so bedeutender Menge, daß es abgeschieden werden kann. In einer größern Kupfermenge vertheilt, ist die Silberextraction aber nicht vortheilhaft, während der Werth des Kupfers durch die Legirung mit Silber leidet.

Zugutemachung der Schlacken in den Kupolöfen. — Die bei der Flammofenarbeit gefallenen Schlacken sind leichtflüssig; sie enthalten als Basen: Eisenoxyd, Thonerde, Kalkerde, Talkerde und Kupferoxydul; außerdem enthalten sie eine gewisse Quantität Kupfergranalien eingemengt

Das Verschmelzen der Schlacken im Kupolofen h
Körner zu vereinigen und fast die ganze Kupfer
wobei wieder Schlacken fallen, die hinreichend k
stürzt zu werden.

Das Kupferoxydul kann nicht vollständig
nicht auch ein Theil des Eisenoxyds zersetzt w
gewonnene Kupfer wesentlich eisenhaltig. M
duction des Eisenoxydes möglichst zu beschrän
ohne Zuschlag schmilzt und einen Ueberschuß
dem dieselbe der Reduction entgegenwirkt.

Da man mit jeder Grube über die
machung übergebenen Producten Rechnung
nene Kupfer möglichst bald abliefern mu
stets dann in Betrieb, wenn man eine h
rath hat, um eine Schmelzschicht mache

Des Morgens recht früh wird
abgewärmt und sobald er nach drei bis
peratur erreicht hat, giebt man
Schichten von Anthracit und Schlack

Wenn sich die geschmolzenen
Formen erheben, so wird die mit ei
nung mit einem Spieß aufgestoße
durch eine sehr stark abfallende
der Hüttensohle gebildeten Sumpf

Die Schlacken werden, sob
mit dem Hammer zerschlagen u
werden sogleich wieder zugeschla

Das gewonnene Schwarz
hat, wird zu den Flammöfen

Man setzt den Betrieb so
durchgesetzt sind und es daue
Nachdem man nun die Sohl
ten Brechstange wieder herg

Man kann in einem
2,50 bis 2 Tonnen Anthr
nenen Kupfers ist verschie
dem Gewicht der Schlac
8 Proc. Eisen und eine

Arbeiterperso
Arbeiter; die Gebläse
Steinkohlen und beschä

Die Ausgaben
10 Tonnen Schlacken
Anthracit, 2,75 T
Holzkohlen 0,40
Steinkohlen zur
Arbeitslöhne, 6
Abnutzung der

Product: o

Die Schlacken werden als sehr rein, d. h. kupferarm angesehen, es ist jedoch eine Gehaltsbestimmung derselben nicht bekannt.

Das Schwarzkupfer wird wie die Massen gediegenen Kupfers im Flammofen, auf raffinirtes Kupfer verarbeitet. Während des Schmelzens läßt man eine hinlängliche Luftmenge durch den Rost strömen, damit die Flammen oxydirend sind; der größte Theil des Eisens wird alsdann während dieser Periode oxydirt, und das Eisenoxyd wird durch die von der Herdsohle entlehnte Kieselerde verschlackt. Das Gaarmachen dauert etwas lange, besonders wenn die Oxydation während des Schmelzens nicht hinlänglich stark war. Das Raffiniren und das Ausgießen werden wie bei dem gediegenen Kupfer bewirkt.

Die Charge besteht aus etwa 4 Tonnen und der Prozeß dauert 24 Stunden: man erhält 75 Proc. raffinirtes Kupfer und 30 Proc. Schlacken, welche wieder zur Kupolofenarbeit kommen. Der Materialverbrauch ist fast derselbe wie bei dem Verschmelzen der Massen. Um die Hüttenkosten für das Gaarmachen und Raffiniren von einer Tonne Schwarzkupfer, welche aus 10 Tonnen Schlacken dargestellt worden ist, zu bestimmen, muß man die 0,30 Tonnen Gaarschlacken berücksichtigen, die wieder zum Kupolofenschmelzen kommen.

Zum Gaarmachen von einer Tonne Schwarzkupfer und zum Verschmelzen der producirten Schlacken, verbraucht man:

Steinkohlen, 0,518 Tonnen	13,986	Frcs.
Anthracit, 0,675 Tonnen	3,465	„
Holz und Holzkohlen, 0,025 Tonnen	1,080	„
Arbeitslöhne, 1,68 Schichten	12,660	„
Abnutzung der Gezähe, Reparaturen	1,300	„
Summa Hüttenkosten	32,491	Frcs.

Nach diesen Zahlen veranlaßt also die Zugutemachung von einer Tonne Schlacke auf raffinirtes Kupfer nachstehende Kosten:

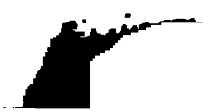
Anthracit, 0,282 Tonnen	11,900	Frcs.
Holz- und Kohlen, 0,042 Tonnen	1,708	„
Steinkohlen, 0,112 Tonnen	3,020	„
Arbeitslöhne, 0,768 Schichten	5,466	„
Abnutzung der Gezähe und Reparaturen . . .	1,130	„
Summa	23,224	Frcs.

Man gewinnt dabei etwa 0,085 Tonnen raffinirtes Kupfer.

Es ist unmöglich, alle Schlacken, die beim Gaarmachen des eisenhaltigen Schwarzkupfers gefallen sind, für sich allein zu Gute zu machen, besonders bei denjenigen Gruben, die jährlich nur geringe Mengen von Kupfer und von Schliechen zur Hütte liefern. Dieselbe kann alsdann ihren Kupfergehalt nur annähernd berechnen.

Bei den vorhergehenden Berechnungen ist angenommen, daß die Prozesse mit den zweiten Reihen geschlossen sind.

Diese Zahlen gestatten es, die Hüttenkosten der vollständigen Zugutemachung der beiden Hauptvorkommen der Kupfererze am Obersee, d. h. Massen von gediegenem Kupfer und Schlieche, zu berechnen:



	Für 1 Tonne Massen.	
Steinkohlen . .	0,522 T.	14,104 Frcs.
Holz und Kohlen	0,025 T.	0,942 Frcs.
Anthracit . .	0,056 T.	2,380 Frcs
Arbeitslohne . .	1,653 Sch.	12,493 Frc
Abnutzung und Reparaturen		1,226 Fr
		31,145 F
Raffinirtes Kupfer		0,770 T

Obgleich diese Zahlen von dem V
zeichnet worden sind, so dürfen sie doch
werden. Es müßten außerdem die sehr
den, allein über dieselben waren keine
Spezialkosten auf die Tonne raffinirtes
Fällen: 40,45 Frcs. und 72,02 Frcs

Für große Massen 84 Frcs.
52,50 Frcs. für die Tonne geschm
raffinirtes Kupfer etwa 97 Frcs. a

Für die Producte der Aufber
raffinirtes Kupfer plus 52,50 F
Schlacken, d. h. etwa 190 Frcs.
Kupfer.

Vergleicht man diese Zah
so bleibt immer noch etwas f
den Gewinn der Schmelzer.

Drittes Capitel.

Zugutemachung der oxydirten Erze.

---

§. 1.

Allgemeine Betrachtungen.

Ein großer Theil von den oxydirten und kohlengesäuerten Erzen, die in den südamerikanischen Bergwerken gewonnen, werden nach England verschifft und in den Hütten bei Swansea, mit verschiedenen andern Erzen beschickt, zu Gute gemacht. Es giebt nur eine sehr beschränkte Zahl von Hütten, welche diese Classe von Erzen speziell zu Gute machen; jedoch sind die Zugutemachungsmethoden je nach dem Reichthum und der Beschaffenheit der Erze, so wie nach den verschiedenen Umständen, unter denen die Hütten betrieben werden, sehr verschieden.

Sehr reiche Erze werden im Flamm- oder im Schachtofen verschmolzen; bei der Anwendung der erstern ist wohlfeile Steinkohle erforderlich; in den fern von Steinkohlenbergwerken liegenden Hütten und bei der Zugutemachung von minder reichen Erzen giebt man den Schachtöfen den Vorzug.

Sehr arme Erze können durch die mechanische Aufbereitung nicht angereichert werden; selbst wenn die Gangarten ganz erdig sind. Die Verschlackung dieser Gangarten veranlaßt einen so außerordentlich starken Brennmaterialverbrauch im Verhältniß zu dem producirten Kupfer, so daß das Verschmelzen solcher Erze nur dann möglich ist, wenn die Hütte sehr billiges Brennmaterial erlangen kann.

In einigen Hütten hat man den nassen Weg und die Cementation angewendet, um das Kupfer aus gewissen Sandsteinen zu gewinnen, die kohlensaure Erze eingesprengt enthalten; der Verbrauch von Säure und besonders von altem Roh- oder Stabeisen, so wie der Kupferverlust, sind aber sehr stark, so daß dieses Verfahren nur unter gewissen eigenthümlichen Umständen vortheilhaft ist. Wir kommen im sechsten Capitel, welches der [illegible] hinzugefügt hat, auf die Zugutemachung der oxydirten und ge[illegible]ze auf dem nassen Wege zurück und beschreiben dort ein[illegible] Art.

Die vitriolischen Gewässer, die aus den alten Bauen einiger Gruben abfließen, werden gewöhnlich durch Cementation zu Gute gemacht; in Norwegen aber fällt man das Kupfer auch mit gutem Erfolge mittelst Schwefelwasserstoffgas.

Eine spezielle Beschreibung aller, in den verschiedenen Hütten befolgten Zugutemachungsmethoden, würde uns viel zu weit führen; wir beschränken uns daher auf allgemeine Betrachtungen über die Zugutemachung reicher Erze im Flammofen und auf die früher in der Hütte zu Chessy angewendete Prozesse. Dagegen wird die Zugutemachung armer Erze auf dem trocknen Wege, welche weit größere Schwierigkeiten darbietet, weit spezieller beschrieben und als Beispiel das zu Perm im Ural angewendete Verfahren, genommen.

Von der Cementkupfergewinnung wird in dem vorliegenden Capitel nicht geredet werden, indem wir im folgenden bei der Beschreibung der Agordoer Hüttenprozesse darauf zurückkommen und auch im sechsten Capitel einige andere Beispiele der Cementkupfergewinnung aufführen werden.

§. 2.

Zugutemachung reicher Erze im Flammofen.

Die Zugutemachung der oxydirten und kohlensauren Erze im Flammofen zeigt fast die ganze Reihe von Prozessen, wie das Verschmelzen des gediegenen Kupfers; der einzige Unterschied folgt aus der Nothwendigkeit, das Oxyd reduciren zu müssen, ehe man zu einer vollständigen Schmelzung gelangt.

Das Verfahren in dem Flammofen umfaßt drei Perioden: die Reduction und Schmelzung; das Gaarmachen und das Raffiniren so wie das Ausgießen in Formen. Die beiden letzten werden ganz auf dieselbe Weise ausgeführt wie bei dem gediegenen Kupfer, so daß wir uns daher hier nur mit der erstern zu beschäftigen brauchen.

Reduction und Schmelzung. — Die Erze werden mit den Zuschlägen, welche die Gangarten erfordern, so wie mit den Holzkohlen, welche die Reduction des Oxyds bewirken sollen, vermengt und dann auf die Herdsohle chargirt. Man schlägt eine gewisse Menge von Schlacken, welche Kupferkörner enthalten, ferner Schlacken, Gekrätz und Rückstände von dem Gaarmachen, vom Raffiniren und vom Ausgießen des Kupfers, kupferhaltigen Herd und kupferhaltige Ziegelsteine, von frühern Campagnen zu.

Als Reductionsmittel wendet man Holzkohle oder magere Steinkohle an; es scheint jedoch die letztere vorzuziehen, obwohl sie sicher durch Contact weniger kräftig als Holzkohle wirkt. Das reducirende Gas, welches sie durch langsame Destillation erzeugt, wirkt während der ganzen, der Schmelzung vorangehenden Periode und kann leicht bis ins Innere der Erzstücke dringen. Ein geringer Schwefelkiesgehalt der Steinkohle ist durchaus nicht nachtheilig, da Schwefeleisen nur vortheilhaft als Reductionsmittel des Kupfersilicats sein kann; nur Arsenkies ist sehr schädlich.

Nachdem alle Materialien eingetragen sind, werden die Thüren verschmiert und es wird nach und nach [illegible] man die Flammen so wenig als möglich oxydirend erhält, [illegible]s Feuerraumes nur

irgend gestattet. Ist die Schmelzung fast vollständig, so rührt man einige Augenblicke um, welches den Zweck hat, einige schlecht geschmolzene Materialien, die oft sehr fest anhängen, von der Sohle und den Wänden so gut als thunlich los zu trennen.

Man feuert alsdann stark, um Kupfer und Schlacken die erforderliche Flüssigkeit zu ertheilen, damit sie sich gehörig von einander trennen können; man zieht die Schlacken durch die Thür am Ende des Ofens heraus, um alsdann zum Gaarmachen und zum Raffiniren des auf dem Herde zurückgebliebenen Kupfers zu schreiten.

Diese erste Periode des Prozesses giebt als Producte Schwarzkupfer und Schlacken; diese letztern enthalten im Allgemeinen 1 bis 2 Procent Kupferoxydul und außerdem einige Granalien, in einem sehr veränderlichen Verhältniß, je nachdem der Schmelzer mehr oder weniger Sorgfalt beim Abziehen der Schlacken verwendet.

Das Schwarzkupfer ist sehr rein und enthält nur eine geringe Quantität Eisen, welches man fast vollständig durch das Gaarmachen wegschafft. Die Erfahrung zeigt, daß es möglich ist, ärmere Schlacken zu erhalten, die nur ½ Proc. Kupfer enthalten; allein dann ist das Kupfer eisenhaltiger, sein Gaarmachen dauert länger und ist schwieriger, der Metallverlust bedeutender.

Bei sehr reichen Erzen ist das Verhältniß der erhaltenen Schlacken sehr schwach und man erlangt folglich eine wesentliche Ersparung, wenn man den Betrieb so leitet, daß das Schwarzkupfer nur wenig Eisen enthält. Erze, die 25 bis 30 Proc. Kupfer enthalten, geben so viel Schlacken, daß es von Wichtigkeit ist, sie im Schachtofen durchzusetzen, wie in der Hütte zu Detroit.

In keinem Fall darf man beim Flammofenschmelzen arme Schlacken zu erlangen suchen, wenigstens wenn man kein metallisches Eisen benutzen kann, um die von der Kohle begonnene reducirende Wirkung zu vollenden.

Reactionen. — Um die Schwierigkeiten, welche der Schmelzprozeß im Flammofen hat, besser einsehen zu können, wird es zweckmäßig sein, die Hauptreactionen, die in dieser ersten Periode statt finden, aus einander zu setzen.

Die auf die Herdsohle aufgetragenen Materialien enthalten das Kupfer unter verschiedenen Zuständen: die Erze enthalten Oxyd, Oxydul oder Carbonat, zuweilen selbst Silicat, im Gemenge mit erdigen, oft eisenhaltigen Gangarten; die Schlacken und das Gekrätz sind Silicate von Kupfer- und Eisenoxydul, die eine variable Menge von Kupfergranalien enthalten.

Diese Substanzen werden nach und nach in einer, wenn auch nicht reducirenden, doch wenigstens wenig oxydirenden Atmosphäre, deren Wirkung sehr schwach ist, erhitzt. Sie verlieren zuvörderst das Wasser und die Kohlensäure, welche sie enthalten. Die Kohle und die durch die Destillation der eingemengten Kohle producirten brennbaren Gase, wirken auf die Kupfer- und Eisenoxyde, die nicht mit Kieselerde verbunden sind. Auf die Silicate, welche in Stücken chargirt sind, die von den Gasen nicht durchdrungen werden können und die nur in unvollständiger Berührung mit der Kohle stehen, ist die Einrichtung fast null.

Bei den nicht gebundenen Oxyden ist die Reduction um so vollständiger, da die Substanzen lange Zeit hindurch in einer hohen Temperatur erhalten worden sind, die jedoch aber so mäßig ist, daß die Schmelzung

eingetragenen Schlacken nicht bewirkt werden kann. Man muß die vollständige Reduction der Kupferoxyde zu erlangen suchen, ohne daß das Eisenoxyd in den metallischen Zustand zurückgeführt wird; jedoch kann dieses Resultat in den Hütten nicht regelmäßig erlangt werden, weil die Zersetzung des Eisenoxyduls durch die Kohle und durch die reducirenden Gase fast zu gleicher Zeit mit der des Kupferoxyduls beginnt.

Man hat daher in der Masse der Materialien, die der Ofen enthält, in dem Augenblick, in welchem die eingetragenen Schlacken zu fließen beginnen: metallisches Kupfer, Eisenoxydul, eine geringe Menge Kupferoxydul, die erdigen Substanzen, die zugeschlagenen Flußmittel und die eingetragenen Schlacken, welche fast noch gar keine chemische Veränderung erlitten haben.

Die Schlacken fangen auf der Oberfläche, wo es nothwendig am heißesten ist, zu schmelzen an: sie absorbiren nach und nach die Flußmittel, die erdigen Beimengungen der Erze und die nicht reducirten Oxyde. Die überschüssige Kohle kommt nach und nach an die Oberfläche, da sie eine größere Dichtigkeit hat, während sich die beiden Metalle nach und nach von der Schlacke trennen, um sich auf der Sohle, am tiefsten Puncte zu sammeln.

Während dieser stets sehr langsamen Schmelzung wirken die Kohlen und das metallische Eisen auf das Kupferoxydul der Silicate und erzeugen Kupfer. Die Einwirkung des Eisens ist weit stärker, als in der Kohle, weil diese letztere schneller auf die Oberfläche gelangt, weil das Eisen getheilter ist und länger in genauerer Berührung mit der Schlacke bleibt. Diese letztere kann daher hinlänglich kupferfrei werden, wenn metallisches Eisen in gehörigem Ueberschuß, während des ersten Theils von dem Prozesse vorhanden ist. In diesem Fall wird der größte Theil von dem Kupferoxyd der Erze vor dem Schmelzen reducirt und das Eisen braucht nur auf die Silicate (reichen Schlacken), die zu gleicher Zeit mit dem Erz in den Ofen getragen sind, einzuwirken; das überschüssige Eisen bleibt mit dem Kupfer zurück und erschwert dessen Gaarmachen.

Wenn dagegen die Reductionskraft vor dem Flüssigwerden der Schlacken nicht hinreichend war, so enthalten diese einen Theil von dem Kupfergehalt der Erze und das reducirte Eisen ist nicht in hinreichender Menge vorhanden, um ihnen den Kupfergehalt vollständig zu entziehen. Das dargestellte Kupfer ist sehr rein, die Schlacken aber zu reich, um weggestürzt zu werden; sie müßten daher in Schachtöfen auf Schwarzkupfer verschmolzen werden, oder man müßte sie im Flammofen selbst durch Eisenplatten, wie schon weiter oben bemerkt wurde, zu Gute machen. Die Wirkung des Eisens auf die Schlacken, ehe dieselben aus dem Ofen genommen werden, verzögert den Prozeß wesentlich, allein bewahrt dem Kupfer die Reinheit.

§. 3.

Zugutemachung der reichen Erze im Krummofen.

Als Beispiel wird das früher zu Chessy bei Zugutemachung der kohlensauren Erze, die 27 bis 28 Proc. Kupfer enthielten, angewendete Verfahren angenommen*). Um die Beschreibung zu erleichtern, wird von der Jetztzeit gesprochen, obgleich die Hütte nicht mehr im Betriebe steht.

Die Erze enthalten nur wenig Eisenoxyd; die Gangart besteht aus einem Gemenge von Letten und Quarz. Die Hütte liegt in der Nähe der Grube und benutzt ein Wasserbehälter zum Betriebe des Gebläses. Kokes kosten ohngefähr 45 Frcs. und Kalkstein, der als Flußmittel verwendet wird, 45 bis 50 Frcs. die Tonne.

Die Erze werden über einen Krummofen von geringer Höhe verschmolzen; man schlägt Kalk, kupferreiche Schlacken von dem Schmelzen selbst, Gaarschlacken und alle bei den verschiedenen Prozessen gefallenen, kupferhaltigen Rückstände zu.

Es giebt dieses Schmelzen zwei Producte: Schwarzkupfer und Schlacken. Die unter einem Hammer zerkleinerten Schlacken werden in zwei Sorten geschieden: in arme Schlacken, die nicht mehr als ½ Proc. Kupfer enthalten, und in reiche, die sowohl Granalien als auch Oxydul führen. Die erstern werden weggestürzt, die zweiten aber kommen wieder in die Beschickung.

Das Schwarzkupfer wird im kleinen Herde, nach dem deutschen Verfahren gaar gemacht; es wird im folgenden Capitel, bei der Zugutemachung der geschwefelten Erze, genau beschrieben werden.

Vorliegend beschäftigen wir uns nur mit dem Schmelzen im Krummofen und wollen wir hauptsächlich die wesentlichsten chemischen Reactionen bei diesem Prozeß nachzuweisen suchen.

Hauptdimensionen der Krummöfen zu Chessy. — Der Querdurchschnitt in der Ebene der Form ist gleich 0,60 und 0,85 Met.; Brust- und Formseite sind vertical, die beiden andern Seiten erweitern sich etwas von unten nach oben, so daß die Gicht eine Weite von 0,70 und 0,85 Met. hat.

Tiefe des Tiegels am niedrigsten Puncte, unter der Brust, 0,40 Met. unter der Form.

Höhe der Brust: 1,80 Met.; sie geht nicht tiefer hinab als zu der horizontalen Ebene, die durch die Form geht; der Vortiegel tritt 0,30 Met. von der äußern Fläche der Brust vor. Der Sumpf besteht aus Gestübbe und ist, wie gewöhnlich in der Hüttensohle und zur Seite des Ofens angebracht.

Die Formöffnung ist 0,08 Met. weit; der Wind wird von zwei großen hölzernen Spitzbälgen geliefert, die abwechselnd ausblasen und in der Minute etwa 8 Kilogrm. Luft mit einem veränderlichen Druck, der 0,08 Met. Quecksilber nicht übersteigt, in den Ofen treiben.

Man erhält die Nase so viel als möglich in einer Länge von 0,15

---

*) Es wird der Chessyer Hüttenprozeß, wie wir am Ende dieses Paragraphen näher nachweisen werden, auch jetzt noch mit einigen Aenderungen in der Hütte Bouc angewendet. Hartmann.

bis 0,20 Met.; allein zu Chessy ist, wie überall, wo Krummöfen betrieben werden, Länge und Weite der Nase sehr verschieden.

Beschickungen. — Die zu verschmelzenden Materialien, deren ziemlich ungenaue Vermengung die Beschickung bildet, sind vor jedem Krummofen in dünnen horizontalen Schichten aufgelaufen. Die Aufgeber oder Vorläufer stechen mit der Schaufel fast die ganze Höhe des Bettes ab und füllen hölzerne Troge damit, deren Inhalt durch die Oeffnung über der Brust des Ofens in dessen Schacht geworfen wird. Man kann auf diese Weise ohne besondere Arbeitslöhne, fast regelmäßig die verschiedenen Materialien, die der Beamte für einen guten Betrieb für nothwendig erachtet.

Die Beschickung ist, nach dem Betriebe, etwas veränderlich, und es wird dieß von der Beschaffenheit der Nase, von der Flüssigkeit und Farbe der Schlacken angedeutet. Der Schmelzmeister allein kann nach diesen Kennzeichen es beurtheilen, auf welche Weise die Zusammensetzung der Beschickung modificirt werden soll.

Im Allgemeinen besteht eine Schicht oder ein Vormaaß, d. h. die Menge der für eine zwölfstündige Schmelzzeit vorbereiteten Beschickung zu Chessy aus etwa einer Tonne Erz. Wenn aber der Ofen im guten Gang ist und wenn keine Störung des Betriebs vorkommt, so kann man in 24 Stunden bis 3 Tonnen Erz oder drei Schichten durchsetzen, die etwas vorher aufgelaufen sind.

Bei einem guten Gange werden mit einer Tonne Erze durchgesetzt:

Von 0,025 bis 0,030 Kupferoxydul mit Eisenoxyd;
0,055 bis 0,060 Gekrätz und Schlacken vom Gaarmachen;
0,010 bis 0,015 kupferhaltige Rückstände, Herd vom Krummofen und kleinem Gaarherd;
0,200 bis 0,250 Aetzkalk;
0,500 Krummofenschlacken, welche Körner und Kupferoxydul enthalten.

Die Elemente der Beschickung, die nach dem Ofengange verändert werden müssen, sind die oxydulischen Erze, die Gaarschlacken und der Aetzkalk. Die beiden ersten führen Eisenoxyd in die Beschickung und man muß ihr Verhältniß vermindern, wenn das erzeugte Schwarzkupfer zu viel Eisen enthält; das Verhältniß des Aetzkalkes muß vermindert werden, sobald die Schlacken zu kieselig werden und zu viel Kupferoxydul als Silicat zurückhalten.

Der Betrieb. — Beim Aufgeben durch die Gichtöffnung wirft man die Beschickung gegen die Formseite und die Kokes gegen die Brust; die Trennung ist aber nicht scharf, selbst im obern Theil des Ofens und in dem Maß als die Gichten nach der Form zu einrücken, vermengen sich die Brennmaterialien immer mehr und mehr mit der Beschickung.

Vor der Nase ist die Temperatur sehr hoch, indem dort der Wind unmittelbar auf die Kokes einwirkt und Kohlensäure erzeugt; sie vermindert sich aber nach oben zu stufenweis. Die Gicht kann nicht immer dunkel erhalten werden, d. h. es sind die Gase gewöhnlich noch so heiß, daß sie sich in Berührung mit der Luft entzünden.

In dem Tiegel sammeln sich das [illegible] kupfer und die Schlacken und sie erheben sich nach und nac[illegible] Oberfläche des Gestübbes, welches den Vortiegel beg[illegible] Augenblick ab fließen

die Schlacken, unter der Rinde von Schlacken und Kohle, welche der Vortiegel verschließt, frei ab. Diese Schlacken sind arm und können gewöhnlich weggestürzt werden; dennoch muß man sie stets mit dem Hammer zerschlagen und die Stücke einer Scheidung unterwerfen, um diejenigen, welche Kupferkörnchen enthalten, zur weitern Verarbeitung zurückzulegen. Auch die bei einem gestörten Betriebe gefallenen Schlacken kommen zur Beschickung zurück.

Am Ende eines jeden Schmelzpostens sticht man das Schwarzkupfer und die Schlacke, welche sich in dem Tiegel gesammelt haben, in den Sumpf ab. Alsdann wird der untere Theil des Ofens so viel als thunlich gereinigt und die Abstichöffnung wiederum mit Lehm verschlossen. Den Vortiegel bedeckt man mit großen Schlackenstücken und mit Kokesklein, welches etwas befeuchtet worden und giebt dann wieder Kokes und Beschickung auf.

Aus dem Sumpf nimmt man die auf dem Kupfer schwimmende Schlacke so viel als thunlich in einem Stück ab, sobald sie gänzlich erstarrt und das Schwarzkupfer noch flüssig ist. Das Kupfer wird alsdann in Schieber abgehoben, welche zum Gaarmachen kommen.

Die Schlacken des Sumpfes enthalten fast immer sehr viel Kupferkörner und mit der Kieselerde verbundenes Kupferoxydul; sie gelangen sämmtlich in die Beschickung.

Das Abnehmen der Kupferscheiben beschädigt das Gestübbe, aus welchem der Sumpf besteht, der Art, daß man es bei jedem Abstecher repariren und dann mit glühenden Kohlen trocknen muß, ehe man wieder Kupfer und Schlacken dahin abläßt. Ohne diese Vorsichtsmaßregeln könnte die Feuchtigkeit des Gestübbes gefährliche Explosionen verursachen.

Die Dauer der Campagnen ist etwas verschieden, aber gewöhnlich sehr lang, umfaßt stets mehre Monate; diese ausnahmsweise Dauer muß der Gleichartigkeit der Zusammensetzung der Erze und der Sorgfalt bei der Bildung der Beschickungsschichten, zugeschrieben werden.

Die gefallenen Schlacken sind sehr kieselig, indem sie 50 bis 55 Proc. Kieselerde enthalten und die Wände von feuerfesten Ziegelsteinen daher nur sehr wenig angreifen. Während der Campagne muß man den Tiegel und den untern Theil der Brust häufig repariren; es veranlassen diese Reparaturen aber nur geringe Betriebsunterbrechungen.

Das Schachtfutter von feuerfesten Ziegelsteinen nutzt sich über der Form und an beiden Seiten in derselben Ebene nur langsam ab. Die nicht starke und sich von außen abkühlende Ofenbrust, steht nur mit dem Brennmaterial in Berührung und hält daher eine ganze Campagne aus.

Die Ziegelsteine, welche den untern Theil der Brust bilden, werden sehr häufig von den wiederholten Stößen der Brechstangen zerbrochen, da jene in den Herd eingebracht werden müssen, um die anhängenden Massen abzustoßen und den Niedergang der Gichten zu erleichtern.

Die Abnutzung der Wände vergrößert nach und nach die innern Dimensionen des Ofens in der Formebene. Diese Erweiterung des Ofens gestattet es zuvörderst in einer gegebenen Zeit eine weit größere Erzmenge durchzusetzen; allein nach einigen Monaten wird die Erweiterung zu bedeutend, so daß sich die Temperatur wesentlich vermindert. Die Größe der Production nimmt wieder ab und der Brennmaterialverbrauch nimmt dagegen bis zum Ausblasen zu.

Der Verfasser konnte sich keine genauen Angaben über den Material-

verbrauch, so wie über die Productionskosten verschaffen. Der Kokesverbrauch muß sehr bedeutend sein, denn er bildet das Hauptproductionsmittel und wirkt, entweder durch sich selbst oder durch Kohlenoxydgas; man muß alsdann die Temperatur schonen, um nicht alles Eisenoxyd zu reduciren, man kann folglich in 24 Stunden nur zwei oder höchstens drei Tonnen Erz durchsetzen und die durch die Verbrennung erzeugte Wärme nur unvollkommen benutzen. Bei dem Rohschmelzen geschwefelter Erze sucht man die producirte Hitze so viel als thunlich zu benutzen, das Brennmaterial hat nur eine geringe reducirende Wirkung; man verbrennt weit weniger Kokes als bei der Zugutemachung der kohlensauren Erze. Der Kokesverbrauch beträgt zu Chessy 80 Proc. von dem Gewicht des durchgeschmolzenen Erzes.

Chemische Reactionen. — Indem wir nun die hauptsächlichsten chemischen Reactionen zu entwickeln suchen, wollen wir sie auch mit denen vergleichen, die in dem Flammofen statt finden. — Die Beschickung des Krummofens besteht aus: freien oder nur mit Wasser oder Kohlensäure verbundenen Kupferoxyden, aus Eisenoxyd und aus erdigen Substanzen, Thon, Quarz und Kalk und zwar in solchen Verhältnissen, daß sie durch die Verbindung der Kieselerde mit Thon= und Kalkerde, flüssige Silicate bilden können, Silicate, welche als Basen Eisen= und Kupferoxyde enthalten; endlich leichtflüssige Schlacken, welche aus Silicaten von Thonerde, Kalkerde und Eisenoxydul bestehen, die einige Kupferkörner und wenig Kupferoxydul enthalten.

Diese Substanzen sind nur unvollkommen mit einander vermengt; sie werden auf den Ofen aufgegeben und gehen mit den Kokes in dem Ofenschacht nieder. Die letztern gelangen bis zum Tiegel und bilden unter der Brust eine poröse Abscheidung zwischen dem Innern des Ofens und dem Vortiegel.

So wie schon bemerkt, ist in den obern Theilen des Schachtes das Brennmaterial nicht genau von der Beschickung getrennt und es vermengen sich diese Materialien beim Niedergange der Gichten zum Theil mit einander; die sich im Tiegel sammelnden Schlacken können nur dadurch in den Vortiegel und aus diesem in den Sumpf gelangen, wenn sie durch eine Lage glühender Kokes von einer gewissen Dicke gehen; diese Schicht bildet gewissermaßen die Verlängerung der Brust bis zu dem sich im Tiegel sammelnden Schwarzkupfer. Die Berührung der Substanzen mit dem Brennmaterial muß folglich eine sehr große Wirksamkeit haben, weil sie in dem Maß genauer wird, als die Beschickung in eine höhere Temperatur gelangt; diese Wirkung muß hauptsächlich in dem Tiegel bedeutend werden, indem in demselben die entstehende Schlacke in sehr genauer Berührung mit den Kokes steht.

Man erkennt nun schon den großen Unterschied zwischen dem Krumm= und dem Flammofen; in dem erstern wirken Holzkohle oder Kokes durch eine um so wirksamere Berührung jemehr sich die Substanzen dem Ende des Prozesses nähern; in dem zweiten hat [illegible] feste Brennmaterial nur eine gewissermaßen unbedeutende Wirkung [illegible] Augenblick ab, daß die Substanzen in Fluß gekommen sind.

Die Luft wird unter einem hinrei[illegible]ruck in den Ofen geblasen, so daß sie rasch [illegible]wenigstens so lange als der G[illegible]ase hin=

länglich lang ist, um die von dem Gebläse eingetriebene Luft direct auf die Kokes zu führen. Die von der Nase entstandene Kohlensäure wird durch die Kokes sehr schnell zersetzt und fast vollständig in Kohlenoxyd verwandelt. Hat die Nase Oeffnungen, oder ist sie zu kurz, so wird die Luft unregelmäßig in die Gichten zerstreuet und die Temperatur ist von der Form nicht hinlänglich hoch, in den höhern Theilen aber zu bedeutend und es verliert dadurch der Betrieb an Regelmäßigkeit.

Bei dem normalen Gange bestehen die sich in dem Ofen über die Form erhebenden Gase hauptsächlich aus Stickstoff und Kohlenoxyd; sie erhitzen nach und nach alle Substanzen, die Kokes und die Beschickung, indem sie auf die Oxyde eine sehr starke reducirende Wirkung ausüben.

Die Temperatur bleibt in jeder Höhe fast constant, so lange der normale Gang nicht gestört ist. Diese Temperatur steigert sich nach und nach von der Gicht bis zur Form. In Beziehung auf die chemischen Reactionen, so kann man drei Zonen der steigenden Temperatur unterscheiden, welche die Substanzen der Beschickung nach und nach zu passiren haben.

In der ersten Zone verlieren die Erze Wasser und Kohlensäure und erlangen eine hinlänglich hohe Temperatur, so daß das Kohlenoxydgas als Reductionsmittel dienen kann.

In der zweiten erfolgt die Reduction der nicht mit der Kieselerde verbundenen Eisen- und Kupferoxyde. In dieser Ebene können die Silicate und die Schlacken keine wirksame reducirende Kraft ausüben, weil sie von den Gasen nicht durchdrungen sind und in keiner hinreichend genauen Berührung mit dem festen Brennmaterial stehen.

Diese reducirende Wirksamkeit dauert durch die ganze Höhe des Ofens fort, in welcher die Temperatur nicht hoch genug ist, um die Schlacken in Fluß zu bringen. Man kann aber die Temperatur nach Belieben reguliren, oder sie wenigstens in sehr ausgedehnten Grenzen variiren lassen, indem man die Dimensionen des Ofens, die Größe der Bruchstücke der Kokes oder der Beschickung verändert.

Vergrößert man den horizontalen Querschnitt des Ofens, so veranlaßt man ein schnelleres Sinken der Temperatur in den obern Theil des Ofens und führt folglich die Reductionszone für die metallischen Oxyde durch das Kohlenoxydgas, mehr nach unten hin.

Giebt man kleinere Kokesbruchstücke auf, so nöthigt man die sich in dem Ofen erhebenden Gase, in größerer Menge durch die Substanzen der Beschickung zu strömen; man steigert dadurch die erhitzende und reducirende Einwirkung der Gase. Das Umgekehrte findet statt, wenn die Beschickung aus kleinern und die Kokes aus größern Stücken bestehen.

Wenn die reducirende Wirkung eine längere Dauer hat, so kann man eine vollständige Reduction der Kupferoxyde erlangen; ein großer Theil des Eisenoxydes giebt aber zu gleicher Zeit metallisches Eisen. Die Dichtigkeit der Erze hat nothwendig einen großen Einfluß auf die Leichtigkeit der Einwirkung der Gase. Man muß daher die Größe der Schmelzmaterialien, so wie die Dimensionen des Ofens, sowohl nach der Dichtigkeit als auch nach der chemischen Zusammensetzung der Erze reguliren.

Zu Chessy haben die Erze nur eine geringe Dichtigkeit und enthalten nur wenig Eisenoxyd; die Reductionszone für die Gase muß nicht hoch lie ; man erlangt die vollständige Reduction des Kupferoxyds, währer

von dem Eisenoxyd nur eine geringe Menge in den metallischen Zustand zurückgeführt wird.

Weiter abwärts in dem Ofen ist die Temperatur hoch genug, so daß die Schlacken und Kupfer=Silicate in der Beschickung anfangen können weich zu werden und zu schmelzen; alsdann verändern sich die Reactionen sehr und werden verwickelter. Die Silicate absorbiren nach und nach die metallischen Oxyde, die noch nicht reducirt sind und entziehen sie auf diese Weise zum Theil der letzten Einwirkung des Kohlenoxydes.

Die Wirkung der reducirenden Gase auf die entstandenen Silicate, ist aber nicht ganz und gar Null, weil die Berührung mit den Gasen auf der ganzen Oberfläche der Tropfen erfolgt. Die Kokes beginnen auf die geschmolzenen Substanzen einzuwirken, allein es kann diese Einwirkung keine bedeutende sein, da sie nur an der Grenze beider Säulen, der des Brennmaterials und der Beschickung statt findet. Die hinzugefügten Flußmittel werden ebenfalls nach und nach von den Schlacken absorbirt und verwandeln sich in Silicate. Daher erfolgt von der Ebene aus, in welcher die eingetragenen Schlacken zu schmelzen anfangen bis zu der Ebene der Form, die sogenannte Verschlackung, durch welche in die Zusammensetzung der Silicate nicht allein die Flußmittel, sondern auch ein Theil der in der obern Zone nicht reducirten Eisen= und Kupferoxyde. Die durch die Gase und durch das feste Brennmaterial fortgesetzte reducirende Wirkung, wird durch die Affinität der Kieselerde für die Oxyde und durch die physische Beschaffenheit der Substanzen, die nach der Form zu immer flüssiger werden, wieder aufgehoben. In diesem Theil des Ofens kann das mit der Kieselerde verbundene Kupferoxydul noch metallisches Kupfer geben, allein es bildet sich nur wenig Eisen.

In der dritten Zone, vor der Form ist die zu reducirende Einwirkung fast Null, die Schmelzung wird vollendet und die Silicate fallen mit dem Kupfer und dem Eisen, die zu Metall reducirt werden, zu Boden.

Diese Substanzen scheiden sich in Folge ihrer verschiedenen Dichtigkeiten von einander ab; sie stehen in genauer Berührung zu einander, daß das Eisen sehr kräftig auf das Oxydul=Silicat einwirken und daraus eine wesentliche Kupfermenge niederschlagen kann. Diese Wirkung hört aber auf, sobald sich das Schwarzkupfer auf dem Boden des Tiegel gesammelt hat. Die Fällung des Kupfers durch das Eisen ist sehr zweckmäßig; zuvörderst dadurch, daß sie die Schlacken, welche unter die Form niederfallen, und besonders auch dadurch, daß sie das Schwarzkupfer reinigt. Man muß daher die Fällung so vollständig als möglich dadurch zu machen suchen, daß man die Trennung beider Substanzen möglichst verzögert. Dazu giebt es nur ein Mittel, nämlich die Schlacken nicht zu flüssig zu machen und die Tiefe des Tiegels zu vermehren. Man muß daher die Beschickung, den Druck und die Menge der Gebläseluft der Art berechnen, daß die Schlacken gerade eine solche Flüssigkeit erlangen, damit sie das Schwarzkupfer langsam fallen lassen und selbst aus dem Ofen abfließen können.

Da der Betrieb ein ununterbrochener ist, so bestehen die sich sammelnden Schlacken stets aus einem sehr verschiedenartigen Gemenge von: Schlacken, die durch das Hindurchtröpfeln des Schwarzkupfers rein geworden sind; aus Silicaten, die vor der Form und vor dem niedertröpfelnden Schwarzkupfer durchgehen. Sie sind dah[illegible] und man kann sie ohne

einen wesentlichen Kupfergehalt nicht aus dem Ofen gehen lassen oder muß sie einer besondern Zugutemachung unterwerfen.

Die übliche Einrichtung verhindert diesen Nachtheil; die Kokessäule dringt in den Tiegel, wenigstens bis zur Oberfläche des Schwarzkupfers; die Schlacken gelangen erst nach einer wirklichen Filtration und reducirenden Einwirkung der Kokes in dem Vor- oder Spurtiegel. Die in dem letztern befindliche Schlacke enthält nur sehr wenig Kupferoxydul und da sie nicht mehr durch die hineinfallenden Substanzen bewegt wird, wie es im Tiegel der Fall ist, so läßt sie das Schwarzkupfer, welches sie noch zurückhält, sich absetzen. Bei dieser Scheidung vollendet das in dem Schwarzkupfer enthaltene Eisen die Befreiung der Schlacken vom Kupfer.

Die Dimensionen des Vorherdes sind durch die Bedingung beschränkt, daß die Schlacke noch so flüssig bleibt, um über das Gestübbe abfließen zu können.

Die Einwirkung der Kokes auf das Kupfer-Silicat ist weniger bedeutend, als die des metallischen Eisens. Man muß daher das, durch die im obern Theile des Ofenschachtes statt findenden Reactionen reducirte metallische Eisen als das Hauptagens der Befreiung der, unter die Form hinabfallenden Schlacken, vom Kupfer ansehen.

Bei den zuletzt fallenden Schlacken ist ein bedeutender Kupfergehalt nicht zu vermeiden, indem alsdann die Wirkungsart des erwähnten Reductionsmittels eine sehr geringe ist. Im Krummofen ist die reducirende Wirkung viel bedeutender, als in dem Flammofen; man kann reinere Schlacken darstellen, allein das Kupfer ist stets eisenhaltig.

Will man daher von Haushaltsrücksichten, d. h. von den Arbeitslöhnen und den Brennmaterialien, absehen, so ist zur Zugutemachung der viel Eisenoxyd enthaltenden Erze, der Flammofen zweckmäßiger als der Krummofen.

Das hier beschriebene, früher zu Chessy befolgte Verfahren wird noch jetzt in der Hütte zu Bouc, im französischen Departement der Rhonemündungen angewendet*). — Es werden hier folgende Erze in Krummöfen zu Gute gemacht: — Oxydirte und kohlensaure Erze, namentlich Kupferlasur aus Spanien, gewöhnlich mit thoniger und kieseliger Gangart. Der Kupfergehalt beträgt 23 bis 25 Proc., die Kupferlasur enthält gewöhnlich $\frac{1}{5000}$ Silber, weshalb das Kupfer zur Affiniranstalt kommt. — Eine zweite Erzart ist der Malachit, der in seltnern Sendungen aus Kleinasien und in regelmäßigen aus Angola und Benguela in Westafrika kommt. Das Erz ist gewöhnlich tropfsteinartig, derb und in Trümmern, oft in so schönen Stücken, daß man sie eher zu Platten zerschneiden, als in den Schmelzofen werfen möchte. Der Kupfergehalt dieser Erze beträgt gewöhnlich 48 bis 50 und zuweilen 55 bis 60 Proc.

Diese Erze werden der Art mit Zuschlägen beschickt, daß man bei ihren Verschmelzen im Krummofen sehr leichtflüssige Schlacken erhält. — Sind die Erze sehr rein, so verschmilzt man sie unmittelbar auf Schwarzkupfer, während unreinere einer vorherigen Röstung unterworfen werden, um die fremdartigen Metalle zu oxydiren.

Die reichen Malachite hat man auf der Hütte zu Bouc auch auf schwefelsaures Kupfer, welches wegen seiner Reinheit einen höhern Preis

---

*) Zusatz des Bearbeiters, entnommen aus dem Bulletin de la Société l'Industrie minérale, III, 544 ꝛc.

hatte als andere. Das Erz wird zu dem Ende zerpocht und zermahlen, und dann auf einer Flammofen-Herdsohle mit Schwefelsäure angegriffen. Man verarbeitet 200 Kilogrm. Erzmehl auf einmal und thut eben so viel Schwefelsäure von 50° hinzu, welcher Prozeß drei Stunden dauert. Darauf wirft man das Gemisch ins Wasser, läßt die Solution ab, concentrirt sie bis auf 42° und läßt krystallisiren.

Zugutemachung armer oxydirter Erze. — Der Hüttenprozeß zu Perm im Ural [1]).

Man gewinnt an sehr vielen Puncten am westlichen Ural Sandstein, dem Kupfererz eingesprengt ist, nämlich Malachit, Lasur, vanadinsaures Kupferoxyd, Kieselkupferhydrat, auch wohl gediegenes Kupfer und Kupferkies. Arsen und Antimon fehlen in den Erzen, deren Kupfergehalt jedoch nur 1½ bis 5 Proc. beträgt.

Diese Erze werden nun in mehren Hütten fast nach einerlei Verfahren verschmolzen. Das Brennmaterial besteht in Kohlen aus Tannen-, Fichten-, Espen- und mehren andern leichten Hölzern und es wiegt 1 Cubikmet. davon durchschnittlich 150 Kilogrm. (d. h. den rhein. Cubikfuß 9¼ Pfund). Diese Kohlen sind sehr billig und werden in der Nähe der Hütte gewonnen; 1 Tonne kostet 9 bis 10 Frcs. (der Centner 3½ bis 4 Sgr.). Diesem jetzt sehr ausnahmsweisen Verhältniß ist es zuzuschreiben, daß so arme Erze auf dem trocknen Wege zu Gute gemacht werden können. Arbeitslöhne und Zuschläge sind ebenfalls sehr wohlfeil und die Triebkraft für die Gebläse gewähren Wassergefälle.

B e s c h r e i b u n g d e r H ü t t e n p r o z e s s e. — Die Erze werden mit Zuschlag von Dolomit, Schlacken und allen Rückständen von frühern Prozessen, die kupferhaltig sind, in sehr hohen Oefen, welche in mancher Beziehung die Einrichtung von wirklichen Hochöfen haben, verschmolzen.

Das Aufgeben der Materialien geschieht wie bei den Krummöfen zu Chessy: die Beschickung wird auf der Formseite und die Kohle auf der Brustseite eingetragen. Das Reductionsvermögen ist bedeutend genug, um sämmtliches Kupfer- und Eisenoxyd zu reduciren. Die gebildeten Schlacken sind Kalk-, Talk- und Thonerde-Silicate, die nur wenig Kupfer in Granalien enthalten. Das reducirte Eisen verbindet sich mit dem Kohlenstoff; in dem Tiegel erhält man zu gleicher Zeit Roheisen und Schwarzkupfer. Beide Producte sind aber bei dem ersten Schmelzen nicht scharf von einander getrennt, sondern das Kupfer enthält sehr viel Roheisen und diesem ist eine bedeutende Menge Kupfer beigemengt.

Das Roheisen wird in einem niedrigen Ofen (Kupolofen) nochmals verschmolzen; man erhält die Metalle einer gewissen Zeit im ruhigen Fluß, wobei sich Roheisen und Kupfer besser von einander trennen. Als Resultate dieses zweiten Schmelzens erhält man sehr eisenhaltiges Schwarzkupfer und fast reines Roheisen, welches zur Gießerei benutzt [illegible] kann.

Das eisenhaltige Schwarzkupfer wird im [illegible]fen (Spleiß-

---

*) Die Beschreibung der Hüttenp[illegible]rträgen des jetzigen Staatsraths Leplay, die [illegible]en, entlehnt.

ofen) gaar, und das Gaarkupfer wird im kleinen Gaarherde hammergaar gemacht (raffinirt).

Die beiden Gaarprozesse geben Gaarkrätz, Schlacken und Reste von der Ofensohle, die sämmtlich kupferhaltig sind und beim Erzschmelzen zugeschlagen werden.

Einrichtung der Hütte. — Material. — Wir wollen als Beispiel eine Hütte näher betrachten, in welcher man jährlich 6300 Tonnen Erz zu Gute machen kann. Sie umfaßt:

Sechs Halbhohöfen von 5 Met. Höhe und einen Kupolofen;

einen ungarischen und zwei kleine Gaarherde;

ein aus vier gußeisernen Cylindern bestehendes Gebläse mit Windregulator;

Magazine für die Kohlen, für das producirte Kupfer, für das Gezähe rc.;

ein Wohnhaus für den Director, die Beamten, die Bureaux rc.

Die Hütte liegt in einem Thale, dessen Fluß die Triebkraft giebt; die sechs Oefen, die je zwei in einem Gemäuer vereinigt sind, liegen in einer Reihe und an dem Thalgehänge.

In der Ebene der Gicht befinden sich Erzplätze, die Kohlenschuppen, die Beschickungsböden; alle diese Räume sind mit den Oefen durch drei hölzerne Brücken verbunden.

Der größte Theil der Erze, die Flußmittel und die Kohlen werden auf dem Flusse herbeigeführt; sie werden von dem Ufer bis zur Gicht auf einer geneigten Ebene emporgezogen.

Alle Halbhohöfen, der Kupolofen und die Gaarherde werden von einem Gebläse mit Wind versorgt; es besteht aus vier großen, doppeltwirkenden, gußeisernen Cylindern, die in einen blechernen Behälter ausblasen, in welchem man den Druck zu 0,03 und 0,04 Met. Quecksilber erhält. Das Wasserrad, welches die Kolben in Betrieb setzt, hat eine ohngefähre Leistung von 40 Pferdekräften und es kann das Gebläse mit Leichtigkeit in der Minute 60 Cubikmet. (etwa 2000 Cubikfuß) von 0,04 Met. Druck geben.

Halbhohöfen. — Jedes, zwei Oefen umfassende Gemäuer ist mit einer ziemlich hohen Esse versehen, die den einzigen Zweck hat, die Flammen und die Gase in eine hinreichende Höhe zu führen, daß keine Entzündung zu fürchten ist. Die Figg. 3—5, Taf. I stellen einen solchen Ofen dar.

Fig. 3 ist ein senkrechter Durchschnitt nach der Linie AB, Fig. 4;

Fig. 4 ein auf den vorhergehenden senkrecht stehender Durchschnitt nach der Linie CD, Fig. 3;

Fig. 5 endlich ein horizontaler Durchschnitt nach der Linie EF, Fig. 3.

Die Ofenbrust ist eben und senkrecht; die drei andern Wände aber haben eine doppelte Neigung, so daß der Schacht, wie die der Eisenhohöfen, einen Kohlensack hat.

Es sind die Hauptdimensionen folgende:

In der Gichtöffnung	0,65	und	0,63	Met.
Im Kohlensack	1,35	„	1,30	„
In der Formebene	0,60	„	0,80	„
Höhe des Schachtes von der Form bis zum Kohlensack	1,60	Met.		
[illegible] Kohlensack bis zur Gicht	3,40	„		

Der Tiegel ist mit einem Gestübbe fest ausgestampft, welches aus einem Gemenge von 6 Theilen Quarzpulver, 3 Theilen feuerfesten Thon und 2 Theilen Holzkohle besteht.

Der tiefste Punct des Tiegels liegt 0,30 Met. unter der Brust und 0,70 Met. unter der Form. Der Vortiegel oder Vorherd ist 0,30 Met. vor der Brust verlängert und das Gestübbe desselben wird von drei Ziegelsteinmauern umschlossen, die nur wenig höher sind, als der tiefste Punct der Brust.

Das Futter von feuerfesten Ziegelsteinen ist von drei Seiten von gewöhnlichem Mauerwerk umschlossen, welches 1 Met. dick ist; der innere Raum hat 2,0 und 2,10 Met. und die Wände sind senkrecht. Die Brust ist nur 0,22 Met. stark; der Theil des Ofens unter der Form ist aus 0,10 Met. dicken gußeisernen Platten gebildet; der obere Theil wird durch eine Ziegelsteinmauer von 0,40 Met. gehalten, die in ein Gewölbe von 2,30 Met. Höhe über dem Gestübbe des Vortiegels endigt.

Das Gestübbe und der aus feuerfesten Ziegelsteinen bestehende Apparat ruhen auf einem Bodenstein, dessen Dimensionen 1,35 und 2,35 Met. sind; seine Dicke ist 0,50 Met. und er ruht auf gewöhnlichem Mauerwerk, welches Kanäle zur Entwickelung der Feuchtigkeit hat.

Da das Terrain, auf welchem die Hütte erbauet werden mußte, nicht fest genug war, so richtete man einen Pfahlrost vor, auf dessen Boden das Mauerwerk aufliegt.

Die einzige Form besteht aus Eisenblech und kann mit Wasser abgekühlt werden; das Formauge hat 0,04 Met. Durchmesser.

Die Armaturen bestehen aus Eisen, allein da ihre Einrichtung keine Eigenthümlichkeit zeigt, so sind sie auf den Figuren unberücksichtigt geblieben. Eben so sind auch die Essen, die zwei Oefen gemeinschaftlich haben, so wie endlich die Gichtböden in der Ebene der Gicht unberücksichtigt gelassen.

Der Sumpf, in welchen die Producte der Schmelzung abgestochen werden, befindet sich im Gestübbe der Hüttensohle und zwar in der Ecke, welche Ofen- und Vorherd-Mauer bilden. Die Abstichspur befindet sich in dem Gestübbe und in der Vorherd-Mauer; sie endigt unter der Brust, und während des Betriebes ist die Oeffnung durch einen Lehmbatzen verschlossen.

Kupolofen. — Es reicht ein Kupolofen sehr gut zum Schmelzen des kupferhaltigen Roheisens aus, welches von den sechs Halbhohöfen erzeugt worden ist. Da die Construction dieser Oefen ganz und gar mit der zum Umschmelzen des Roheisens zum Gießereibetriebe benutzten übereinstimmt; so ist eine Beschreibung derselben hier unnöthig.

Der große ungarische Gaarherd oder Spleißofen. — Derselbe ist in Fig. 6, Taf. I im senkrechten Durchschnitt nach der Linie **AB**, Fig. 7 und in Fig. 7 im horizontalen Durchschnitt nach der Linie **CD**, Fig. 6 dargestellt. Dieser Ofen ist ein Flammofen mit Gebläse und ohne Esse, dessen Gewölbe in bedeutender Höhe über der Herdsohle liegt.

Der Rost besteht aus Bögen von Ziegelsteinen, die 0,11 Met. breit sind und Zwischenräume von 0,07 Met. zwischen sich haben; der Aschenfall ist 0,75 Met. hoch; der Feuerraum hat 2 Met. gegen 0,95 Met.; das Gewölbe über demselben ist 0,75 Met. von dem Rost entfernt. Die Flammöffnung hat 1,25 gegen [illegible] Brücke hat 0,40 Met. Länge.

Die Herdsohle ist elliptisch und ihre lange Achse ist der Länge des Herdes parallel; Dimensionen 2,85 auf 1,75 Met.

Am Ende der großen Achse befinden sich zwei 0,66 Met. von einander entfernte Formen e e, die 0,20 Met. über der Brücke liegen. Am entgegengesetzten Ende der großen Achse befindet sich die Arbeitsthüre d, die im Innern 0,30 und am Aeußern 0,75 Met. breit ist.

Die beiden Oeffnungen c c dienen zum Abstechen des Gaarkupfers; sie liegen dem Feuerraum gegenüber und 1,25 Met. von einander; ihre Lage ist aus Fig. 7 zu erkennen. Sie sind 0,20 Met. breit und 0,40 Met. hoch. Während des Betriebes sind sie mit Gestübbe geschlossen und werden nur beim Abstechen geöffnet.

Das Gewölbe ist sehr hoch: 1,40 Met. in der Mitte des Ofens; in seiner Mitte hat es eine große kreisrunde Oeffnung a, von 0,65 Met. Durchmesser, die durch eine Ziegelsteinhaube geschlossen werden kann. Die Ziegelsteine werden durch ein eisernes Band zusammen gehalten, an welchem vier Ringe angebracht sind, um die Haube mittelst vier Ketten an einen kleinen Krahn aufzuhängen und die Haube wie die der Treiböfen handhaben zu können.

Eine zweite Oeffnung b ist an der Seite des Gewölbes und den Rost gegenüber angebracht; sie ist 0,35 Met. im Quadrat weit und wird während des Betriebes mit Ziegelsteinen verschlossen. Diese Oeffnung dient nur dazu, daß zu Ende des Gaarmachens, wenn das Kupfer abgestochen wird, die Flammen dadurch entweichen können.

Vor dem Ofen sind drei Stechherde zur Aufnahme des Gaarkupfers angebracht; sie bestehen aus Gestübbe, welches durch Ziegelsteinmauern zusammengehalten wird. Diese Stechherde sind 0,90 Met. weit und 0,40 Met. tief; vor dem Abstechen müssen sie mit glühenden Holzkohlen getrocknet und abgewärmt werden; man nimmt die Kohlen heraus, sobald abgestochen werden soll. Die Lage der vom Ofen zu den Stechherden führenden Spuren, in denen das Gaarkupfer abläuft, ist aus Fig. 7 ersichtlich.

Der Ofen ist aus Ziegelsteinen aufgeführt und besteht das innere Futter aus feuerfesten und der äußere Mantel aus gewöhnlichen Ziegelsteinen; zwischen beiden Mauerwerken befindet sich ein Zwischenraum von 0,04 Met., der mit Sand und Ziegelsteinstückchen ausgefüllt ist; eiserne Armaturen halten das Ganze zusammen. Auf den, ohnehin kleinen, Figuren sind weder Füllung noch Armaturen abgebildet.

Die Herdsohle besteht aus Gestübbe, welches aus gleichen Theilen Lehm, Sand und Kohlen zusammen gesetzt ist; die Oberfläche hat ein geringes und fast gleiches Fallen nach den Oeffnungen c zu; die Gestübbesohle beginnt 0,10 Met. unter der Brücke und gegenüber, an den Oeffnungen e e liegt sie nur 0,25 Met. unter dieser Ebene; ihre Dicke beträgt 0,35 Met.

Das Gestübbe ruht auf drei über einander liegenden Schichten von Ziegelsteinen und in der mittlern Schicht sind Kanäle angebracht, durch welche sich die Feuchtigkeit entwickelt. Der Ofen steht auf einem festen Fundament.

Ueber den beiden Abstichöffnungen ist ein blecherner Funken und Rauchfang angebracht, wodurch die aus diesen Oeffnungen strömenden Flammen und der Rauch, während des Abstechens strömen.

Der kleine Gaarherd. — Derselbe ist in Fig. 8 im senkrechten Durchschnitt nach der Linie A B, Fig. 9, und in Fig. 9 im horizontalen Durchschnitt nach der Linie C D, Fig. 8 dargestellt. Der Herd, in welchem das Gaarmachen des Kupfers erfolgt, hat die Form eines halbkugelförmigen Beckens von 0,65 Met. Durchmesser und 0,30 Met. Tiefe; er ist aus dem sehr fest gestampften Gestübbe ausgeschnitten und von einem Kasten von vier Ziegelsteinmauern umschlossen. Der mit dem Gestübbe angefüllte Raum hat 1,65 zu 1,50 Met. Länge und Breite und 0,60 Met. Tiefe. Der Herd ist an eine starke Mauer angelehnt, durch welche die Düse geht, welche dem Herde die zur Verbrennung der Kohlen erforderliche Luftmenge zuführt. Die Form ist von einem Gewölbe umgeben, welches so geräumig ist, daß man die Lage und die Neigung der Düse nach den Erfordernissen des Prozesses verändern kann.

Die drei kleinen Mauern, welche das Gestübbe und den Herd umfassen, sind mit Blech bekleidet, welche die Ziegelsteine gegen Beschädigungen, beim Arbeiten mit der Brechstange schützen. Die Höhe dieser Mauern über der Hüttensohle beträgt 0,70 Met.

Das Gestübbe liegt auf drei Ziegelsteinlagen, in denen Kanäle zur Entwickelung der Feuchtigkeit angebracht sind. Die ganze Construction ruht auf einem Fundament von Mauerwerk.

Das Personal der Hütte ist sehr zahlreich.

Jeder Halbhohofen erfordert sechs Arbeiter.

Der Kupolofen ist nur während eines Theiles von dem Jahre in Betriebe und erfordert daher keine besondern Arbeiter; es werden dabei die Schmelzer von den in Reparatur befindlichen Halbhohöfen benutzt.

Der große Gaarherd erfordert vier und die beiden, nicht immer im Betriebe stehenden, kleinen Gaarherde, beschäftigen nur zwei Arbeiter.

Außerdem sind zwölf Tagelöhner und vier Pferde zu den nöthigen Fuhren beschäftigt.

In Summa 54 Arbeiter für die ganze Hütte.

Die Direction und Beaufsichtigung erfordern: ein Director, ein Unterdirector, ein Rechnungsführer und ein Gehülfen.

Ein Schmelzmeister, ein Gaarmachermeister, zwei Aufseher und ein Magazinverwalter.

Betrieb der Halbhohöfen. — **Beschickung.** — Die von verschiedenen Gruben angeförderten Erze kommen in dem Verhältniß der Größe der Anförderung in die Beschickung. Alle haben Quarz und eisenhaltigen Letten zur Gangart und ihr Kupfergehalt zeigt nur geringe Verschiedenheiten; man kann im Durchschnitt einen Gehalt von 3 Proc. annehmen. Als Flußmittel wendet man 30 Proc. Dolomit und etwas Schlacken, Gekrätz und kupferhaltige Rückstände vom Gaarmachen und Raffiniren an. Die bei der Zugutemachung fallenden Producte giebt es natürlich wegen des geringen Gehalts der Erze nur wenige. Zur Beförderung des Flusses schlägt man, je nach dem Ga[illegible] Ofens 20 bis 25 Proc. Schlacken von dem Prozeß selbst, zu.

Diese verschiedenen M[illegible]den auf dem Beschickungsboden, in der Nähe der O[illegible] Schichten aus einander gezoge[illegible] Tonne Erz. Bei regelmäßige[illegible]em Ofen drei bis vier B[illegible]

Das Inbetriebsetzen eines neuerbauten Ofens erfordert große Vorsicht; man muß das Mauerwerk sehr langsam abwärmen und den Herd, so wie den untern Theil des Schachtes nach und nach zu der hohen Temperatur bringen, welche sie während des Betriebes haben müssen.

Man läßt den Ofen zuvörderst 14 Tage lang in der Luft trocknen, darauf verschließt man die Form, bringt dann glühende Holzkohlen in den Tiegel und schüttet nach und nach durch die Gicht Kohlen auf und so wenn sie durchgebrannt, täglich mehr, so daß sie nach einer Woche etwa den Kohlensack erreicht haben.

Nun giebt man eine geringe Menge Schlacken auf und so fort abwechselnd Schlacken und Kohle und letztere zwar gegen die Brust; darauf öffnet man die Form, bringt die Düse an ihren Platz und giebt Wind.

Wenn die ersten Schlacken vor der Form erschienen, so muß die Temperatur hoch genug sein, daß die Schlacken fast vollkommen flüssig sind; man regulirt alsdann die Menge des eingeblasenen Windes, so daß sich die Nase bilden und eine Länge von etwa 0,15 Met. behalten kann.

Sobald die Nase gehörig geformt ist, setzt man Beschickung auf und zwar an der Formseite, während die Kohlen auf der Brustseite aufgegeben werden, und man fährt nun auf die gewöhnliche Weise mit Aufgeben bis zur Gicht fort.

Zu gleicher Zeit vermehrt man die Windmenge bis auf 7 oder 8 Kilogrm. in der Minute. Die Windpressung ist constant oder kann sich nur zwischen sehr engen Grenzen verändern, weil für alle Oefen nur ein Luftreservoir vorhanden ist; die Pressung variirt zwischen 0,035 und 0,040 Met. der Quecksilbersäule.

Um den Ofen in den normalen Gang zu bringen, sind etwa 14 Tage erforderlich; man kann ihn alsdann fünf bis sechs Wochen im guten Gange erhalten, wenn die Schmelzer beim Aufgeben und Abstechen große Sorgfalt verwenden, um Verstopfungen zu vermeiden.

In der Formebene werden aber die Ofenwände sehr bald zerfressen; der innere Raum wird täglich größer und wenn die Dimensionen so groß geworden sind, daß die Wärme nicht mehr hinreicht, um die vor die Form gelangenden Materialien rasch nieder zu schmelzen, so muß ausgeblasen werden.

Der regelmäßige Betrieb. — Das Aufgeben erfolgt nach regelmäßigen Zwischenräumen, von Stunde zu Stunde und es werden etwa 200 Kilogrm. Beschickung und 89 bis 90 Kilogrm. Kohlen aufgegeben. Der Schmelzmeister giebt die Veränderungen an, welche bei diesem Verhältniß gemacht werden müssen und richtet sich dabei nach der Beschaffenheit und Flüssigkeit der erhaltenen Schlacken; gewöhnlich wird die Gewichtsmenge der Kohlen verändert.

Im Herde muß der Schmelzer die Nase in zweckmäßigen Dimensionen erhalten, welches sehr schwierig ist, besonders wenn die Formmauer etwas über der Form angefressen ist, weil alsdann die Materialien minder regelmäßig eingehen.

Die Oeffnung des Vortiegels vor der Brust wird mit Schlackenplatten und Kohlenlösche verschlossen; die geschmolzenen Substanzen, Schwarzkupfer, Roheisen, Schlacken müssen in vollkommenen Fluß bleiben und trennen sich in Folge ihrer verschiedenen Dichtigkeiten. Sobald diese Substanzen im Tiegel hoch genug aufgestiegen sind, bringen die Schlacken un[illegible] dem Gestübbe der Herdsohle weg und verbreiten sich auf der Hüttens[illegible]

Die Metalle muß man, kurz vorher ehe ihre Oberfläche unter die Brust tritt, abstechen. Die Zwischenräume zwischen den Abstichen müssen mit der Menge der in einem Tage durchgesetzten Beschickung verschieden sein; allein um Regelmäßigkeit in die Arbeit zu bringen, wird am Schluß jeder Schicht ein Abstich gemacht, ohne daß sich die Metalle in dem Tiegel bis zur Brust erheben.

Soll abgestochen werden, so wird der Wind abgestellt; man treibt eine spitzige Brechstange mit Hammerschlägen durch den Lehmverschluß des Abstichkanals in dem Vortiegel und läßt das Schwarzkupfer, das Roheisen und die Schlacken in den Sumpf abfließen. Darauf wird der Abstich mit einem frischen feuchten Stück Lehm verschlossen, es werden die Schlacken von dem Vortiegel abgenommen und das Innere desselben möglichst gereinigt und die Oberfläche des Gestübbes erhalten und wieder hergestellt, wenn sie beschädigt. Der Niedergang der Kohle wird mit einer gekrümmten Stange oder einem Haken erleichtert, der Wind wieder eingelassen und der Vortiegel von Neuem mit Schlackenplatten und Löschkohlen verschlossen.

Die Schlacke, welche die Metalle bedeckt, wird in einem Stücke aus dem Sumpfe abgehoben; sie wird bei Seite geworfen und kommt, da sie fast immer Granalien enthält, in die Beschickung.

Das Roheisen wird mit Wasser besprengt und in Scheiben abgehoben, die sogleich mittelst eines Hammers zerschlagen werden. Das Schwarzkupfer wird mit Kellen ausgeschöpft und in gußeisernen Formen gegossen.

Die Schlacken sind multiple Silicate, die etwa 54 bis 56 Procent Kiesel enthalten; die Basen sind: Kalk-, Talk- und Thonerde, Eisen- und Manganoxyd. Kupferoxydul enthalten sie nicht und ihr Metallgehalt hängt nur von der Menge der eingeschlossenen Körner ab. Die über das Gestübbe des Vortiegels abfließenden Schlacken enthalten fast gar keine und ihr Kupfergehalt übersteigt 0,003 nicht und es sind dieß die reinsten aller bekannten Kupferschlacken.

Die in dem Sumpf abfließenden Schlacken enthalten fortwährend Granalien, allein da dieselben wieder mit verschmolzen werden, so entsteht dadurch kein Kupferverlust.

Das Roheisen enthält eine sehr verschiedenartige Kupfermenge, welche, wenn der Ofen im guten Gange ist und beide Metalle so flüssig sind, daß sie sich gut von einander trennen können, 3 Proc. nicht übersteigt. Dagegen ist der Kupfergehalt des Roheisens gegen Ende der Campagne, wenn die beiden Metalle nur schwer aus dem Tiegel abfließen, sehr bedeutend.

Das Schwarzkupfer ist sehr unrein und enthält nur 90 Proc. hammergaares Kupfer; die fremdartigen Substanzen, die es enthält, sind hauptsächlich Eisen und Kohlenstoff. Sehr selten enthält es Schwefel, selbst wenn die zu Gute gemachten Erze noch etwas Kupferkies enthalten, der durch die atmosphärischen Einflüsse unvollständig zersetzt ist; dieser Schwefel vertheilt sich zwischen dem Roheisen und dem Schwarzkupfer und kommt in beiden nur in geringer Menge vor.

Das Ausblasen. — Wenn die Ofenwände in der Ebene der Form zu tief angegriffen oder zerstört worden sind, so steigt der Kohlenverbrauch ganz außerordentlich und demnach ist man nicht im Stande, die Schlacken und die beiden Metalle gehörig flüssig zu machen. Man muß ausblasen, um den beschädigten Theil [illegible] ten Ofenfutters repariren zu können. Zu dem Ende bricht [illegible] ch an der Beschickung

ab und läßt die Gichten bis zur Mitte der Höhe des Ofens hinabgehen und giebt einen ganzen Tag Schlacken allein auf, wobei aber noch das Getrennte des Verfahrens beim Aufgeben beibehalten wird. Endlich hört man mit Aufgeben auf, bläst aber immer fort, bis daß die letzten Schlacken vor der Gicht angelangt sind.

Der Zweck dieses Schlackendurchsetzens am Ende der Campagne besteht in der Reinigung des Ofens und daß alles an den Wänden hängende Kupfer in den Tiegel fallen kann. Der Nutzen dieses Prozesses ist aber nicht recht einleuchtend, da eine Handscheidung der herausgenommenen zerstörten Ofentheile nur wenige Tagelöhne kosten würde.

Reactionen. — Die in den Oefen der Hütte zu Perm vorkommenden chemischen Reactionen sind fast dieselben wie die zu Chessy nachgewiesenen, so daß wir hier nicht in längere Details einzugehen brauchen.

Im obern Theil des Ofens ist die Temperatur hoch genug, daß das Kohlenoxydgas im Stande ist, das Kupferoxyd und einen bedeutenden Theil des Eisenoxydes in der Beschickung, vollständig zu reduciren. Die Schlacken können erst unter dem Kohlensack schmelzen und nach und nach das noch nicht reducirte Mangan- und Eisenoxyd, so wie die erdigen Substanzen aufnehmen. In der Nähe der Form gelangen die Schlacken vollständig im Fluß, das überschüssige Eisen wird gekohlt und geht in den Zustand des Roheisens über.

Im Tiegel scheiden sich die verschiedenen Substanzen in Folge ihrer verschiedenartigen Dichtigkeit ab und durch Einwirkung des Eisens werden den entstandenen Schlacken die letzten Spuren des Kupferoxyduls, die es noch enthalten könnte, und die von den Gaarschlacken in der Beschickung herrühren, entgegen.

Diese Reactionen sind dieselben wie die der Oefen zu Chessy, nur mit dem Unterschiede einer weit kräftigern, reducirenden und kohlenden Wirkung.

Die geringe Kiesmenge, welche die Erze zuweilen enthalten, hat nur einen geringen Einfluß; die Eisen- und Kupfersulfurete gelangen fast unverändert bis zum Kohlensack und tiefer noch wirken sie auf das Kupferoxydul der Schlacken weit stärker ein, als das metallische Eisen. Sind noch mehr Schwefelmetalle in der Beschickung vorhanden, so vertheilt sich der Ueberschuß zwischen dem Roheisen und dem Schwarzkupfer; für das Roheisen ist die Beimischung von Schwefel nachtheilig, im Schwarzkupfer erleichtert er aber das Gaarmachen, wie weiter unten angegeben werden soll.

Haushalts-Betrachtungen. — Um die in den Halbhohöfen zu Perm erlangten Resultate auffassen zu können, wollen wir hier eine Campagne von 40 Tagen als Beispiel annehmen, können uns aber bei dieser Auseinandersetzung nicht so sehr in die Details einlassen.

Es sind in dieser Campagne von 40 Tagen in einem Halbhohofen 131 Tonnen Erz durchgeschmolzen, wobei Nachstehendes benutzt oder verbraucht wurde:

Dolomit 39,300 Kilogrm. à 10 Frcs. die Tonne . 393,00 Frcs.
Holzkohlen für den Normalbetrieb, 78,600 Kilogrm. à 9,10 Frcs. . . . . 715,26 „
Holzkohlen zum Abwärmen und Anblasen, so wie zum Schlackenschmelzen, 13,500 Kilogrm. à 9,10 Frcs. die Tonne . . . . .119,20 „
Arbeitslöhne für Hüttenleute, 240 Schichten à 1 Frc. 240,00 „
Tagelöhner, 40 Schichten à 80 Cent. . . . . . 32,00 „
Pferde, Gezähe, Reparatur- und diverse Kosten . . 385,00 „

Spezialkosten für die Campagne 1,884,46 Frcs.

Producte: Schwarzkupfer . . . . 4,200 Kilogrm.
Kupferhaltiges Roheisen . 3,200 „

Jeder Ofen kann in einem Jahre acht Campagnen machen; nimmt man nun einen möglichst lebhaften Betrieb an, so kann eine Hütte mit sechs Oefen in einem Jahre etwa 6300 Tonnen zu Gute machen, indem sie producirt:

Schwarzkupfer . . . . 205 Tonnen.
Kupferhaltiges Roheisen . . . 155 „

Die vorhergehenden Zahlen gestatten es, die Kosten und den Verbrauch auf eine Tonne Erz, wie folgt, zu berechnen:

Dolomit 0,300 Tonnen . . . . 3,00 Frcs.
Kohlen 0,700 Tonnen . . . . 6,37 „
Arbeitslöhne 2,137 Schichten . . . . 2,07 „
Pferde, Gezähe, Reparatur- und andere Kosten 2,94 „

Summe 14,38 Frcs.

Erlangte Producte: Schwarzkupfer 0,032 Tonnen.
Kupfergehalt 0,024 „

Die Kosten sind gering, welches von dem niedrigen Preise der Arbeitslöhne und des Brennmaterials herrührt. Wären dieselben so bedeutend höher, wie es in den westeuropäischen Ländern der Fall ist, so würde ein solcher Betrieb gar nicht möglich sein, indem sonst die Productionskosten die Marktpreise übersteigen würden.

Das Umschmelzen des kupferhaltigen Roheisens. — Das in den Halbhohöfen erzeugte Roheisen enthält so viel Kupfer, daß es vortheilhaft ist, durch eine zweite Schmelzung beide Metalle von einander abzuscheiden.

Das in Stücken zerschlagene Roheisen wird mit Holzkohlen in einen Kupolofen von 2 Met. Höhe gebracht und dort wie Roheisen zum Gießereibetriebe behandelt. Wenn man eine Tonne niedergeschmolzen hat, so giebt man nur Kohlen auf und erhält die Metalle eine Stunde lang in ruhigem Fluß. Die Abscheidung der Metalle erfolgt dann besser und man läßt nach und nach das Schwarzkupfer in einen Sumpf von Gestübbe und das Roheisen in Gießereipfannen laufen.

Der Prozeß wird unterbrochen und man rechnet, daß zum Umschmelzen von einer Tonne kupferhaltiges Roheisen 24 Stunden erforderlich sind und daß dabei ohngefähr 500 Kilogrm. Kohlen verbraucht werden.

Das gewonnene Schwarzkupfer ist sehr eisenhaltig und enthält nicht mehr als 80 Proc. reines Kupfer. Das Roheisen hält noch etwas Roheisen zurück, kann aber sehr gut zum Vergießen von Gegenständen dienen, welche keine große Festigkeit zu haben brauchen.

Die Spezialkosten auf 1 Tonne Roheisen sind folgende:

Arbeitslöhne, 4 Schichten à 1 Frc.	4,00 Frcs.
Kohlen 0,500 Tonnen à 9,10 Frcs.	4,55 „
Gezähe, Reparatur- und andere Kosten	1,00 „
Summe	9,55 Frcs.

d. h. auf die Tonne Erze:

Arbeitslöhne 0,096 Schichten	0,096 Frcs.
Kohlen 0,012 Tonnen	0,109 „
Gezähe, Reparatur- und andere Kosten	0,024 „
Summe	0,229 Frcs.

Man gewinnt durch diesen Prozeß jährlich aus 155 Tonnen kupferhaltigem Roheisen etwa 9 Tonnen Schwarzkupfer. Es kommen daher etwa 214 Tonnen sehr eisenhaltiges Schwarzkupfer zum Gaarmachen, so daß demnach der Metallgehalt des Erzes zu 0,034 angenommen werden kann.

Man gewinnt jährlich 145 Tonnen zu vergießendes Roheisen und es geht dessen Werth der Hütte zu Gute; 1 Gewichtstheil Erz enthält 0,023 Roheisen.

Gaarmachen des Schwarzkupfers. — Dieser Prozeß wird in dem, in den Figg. 6 und 7, Taf. I abgebildeten großen oder ungarischen Gaarherd ausgeführt und soll erst der Prozeß beschrieben und es sollen dann die chemischen Reactionen, welche die Reinigung des Kupfers bewirken, erläutert werden; sie sind wesentlich anders als die beim Gaarmachen im Flammofen vorkommenden.

Der Betrieb. — Man beginnt mit der Reparatur des Herdes, indem man die bei dem vorhergehenden Prozesse entstandenen Vertiefungen mit Lehm ausfüllt. An den Abstichthüren bringt man einen Damm von Gestübbe an und zwar bis zur Ebene der Brücke; die außerhalb befindlichen Stechherde werden erst später reparirt.

Während der zum Abstechen und zu den Reparaturen erforderlichen Zeit, kühlt sich der Ofen bis unter die dunkle Rothgluth ab: die Kupferblöcke werden durch die Arbeitsthür d eingetragen, indem man sie, den Einen nach dem Andern auf eine lange breite Brechstange legt, die ihrerseits auf einer eisernen Rolle aufruht, die im Thürrahmen angebracht ist; auf diese Weise kann man die Blöcke sorgfältig auf der Herdsohle niederlegen. Es werden dieselben möglichst symmetrisch auf einander gelegt und zwar so, daß hinreichende Zwischenräume zwischen denselben bleiben, so daß die Flamme leicht alle Blöcke erreichen kann.

Eine Ofencharge besteht aus 3200 Kilogrm.: jedoch kann diese Zahl nicht constant sein, weil nicht alle Blöcke gleiches Gewicht haben. Das Eintragen der Charge erfordert etwa zwei Stunden, wenn es vollendet, so ist der Ofen gänzlich abgekühlt.

Man feuert nun wieder und zwar recht stark, bis daß das Kupfer zu schmelzen beginnt, d. h. etwa sechs Stunden lang.

Von diesem Zeitpunct ab bewirkt man die Feuerung des Holzes au-

den Rost der Art, daß die Temperatur sich fast gleich bleibt und das Kupfer in sechs Stunden einschmelzt. Sobald die ganze Charge rothglühend ist, bringt man die Düsen an ihren Platz und läßt etwas Wind in den Ofen strömen, d. h. etwa 2 Kilogrm. in der Minute mit einer Windpressung von 0,035 Met. Quecksilber. Um die Abkühlung des Metalles bei seiner Berührung mit dem Winde, der unter einer so bedeutenden Pressung eingeführt ist, zu verhindern, sorgt man beim Eintragen der Kupferblöcke dafür, daß sie wenigstens 0,60 Met. von den Düsen entfernt bleiben.

Auf diese Weise wird das Schmelzen des Kupfers sehr langsam und in einer oxydirenden Atmosphäre ausgeführt; ist sie fast vollendet, so hört man auf, Wind durch die Düsen zu geben und trägt durch die Arbeitsthür 400 Kilogrm. kiesige Erze ein. Diese kommen von der Scheidung der oxydischen Erze her und die noch frischen Kies enthalten werden für das Gaarmachen aufbewahrt; sie sind übrigens nicht sehr kupferreich, indem sie nicht mehr als 5 Proc. enthalten und aus diesem Grunde muß man eine so bedeutende Menge anwenden. Durch dieses Einbringen des Kieses in den Ofen wird das Kupfer bedeutend abgekühlt, es wird teigig und in diesem Zustande kann es nebst dem während des Schmelzens gebildeten Oxyden, mit dem Erz durch Umrühren mit einer Brechstange, vermengt werden.

Man verschließt nun die Arbeitsthür und schürt das Feuer: es bilden sich sehr bald mit Hülfe des Quarzes und des Thones der Erze, flüssige Schlacken; man läßt dieselben drei Stunden in dem Ofen und zieht sie alsdann durch die Arbeitsthür mittelst eines Stückes Holz, welches an einer eisernen Stange steckt und auf diese Weise eine Kratze bildet, heraus.

Sobald das flüssige Metall entblößt ist, giebt man Wind, wobei die Düsen eine solche geneigte Stellung erhalten, daß die eingeblasene Luft den größten Theil der Oberfläche erreichen kann.

Unter dem Einfluß dieser sehr starken Wirkung wird die Oxydation der Metalle lebhaft fortgesetzt und es bilden sich neue Schlacken, die fast unmittelbar angenommen werden.

Der Gaarmachermeister erkennt an dem Ansehen und der Farbe der Schlacken, d. h. daß fast das ganze Eisen verschlackt sei; er stellt den Wind ab und schürt das Feuer zu großer Lebhaftigkeit. Es entsteht sehr bald ein starkes Aufkochen, eine Folge der Entwickelung schweflichter Säure; sobald es aber aufgehört hat, nimmt der Gaarmacher eine Probe mit einer eisernen, im Innern mit Lehm beschlagenen Kelle. Diese Proben müssen langsam erkalten, dann wird ihre Oberfläche und darauf der frische Bruch des gegossenen Zains untersucht.

Die Farbe des Kupfers auf der Ober- und auf der Bruchfläche giebt sehr genau den Grad des Fortschreitens von dem Gaarmachen an; das Kupfer ist von dem Eisen und Schwefel vollständig befreit, enthält aber noch eine wesentliche Menge von Oxydul aufgelöst, was der Gaarmacher an der rothen Farbe der Probe erkennt.

Wenn der passende Punct erreicht ist, so wird der Abstich vorbereitet. Man nimmt die glühenden Kohlen, welche mehre Stunden vorher in [illegible] drei Stechherden zu deren Abwärmung [illegible]ten worden sind, [illegible] öffnet das Loch b im Gewölbe, damit [illegible] aus [illegible] In den beiden Gestübbe, Dämm[illegible] verschließen, richtet man zu glei[illegible]

tiefsten Puncte der Herdsohle bis zu den drei Stechherden führen; das Kupfer läuft alsdann rasch in dieselbe ab. Man reinigt den Herd so viel als thunlich mit einer durch die Arbeitsthür eingeführten Brechstange und läßt den Ofen während der ganzen Zeit des Ausgießens von dem Kupfer aus den Stechherden, abkühlen.

Zu der letzten Periode des Gaarmachens sind 5 bis 6 Stunden erforderlich; sie beginnt in dem Augenblick, in welchem man Wind giebt und die Schlacken abzieht und endigt mit dem Ausgießen.

Aus den Stechherden wird das Schwarzkupfer mit Kellen ausgeschöpft und in kleine gußeiserne Eingüsse gegossen. Der Prozeß muß sehr rasch ausgeführt werden, damit das Metall nicht vor dem Füllen der letzten Eingüsse erstarrt; er muß höchstens eine halbe Stunde dauern.

Das Personal. — Das ganze Gaarmachen beansprucht etwas mehr als 24 Stunden und während dieser Zeit ist die Anzahl der beschäftigten Arbeiter sehr verschieden; zum Abstechen und Ausgießen des Kupfers in die Eingüsse, so wie zum Chargiren, sind zehn Mann erforderlich, zum Einbringen des Kieses und zum Abziehen der Schlacken zwei und zum Feuern, so wie zur Leitung des Feuers, ist während der ganzen übrigen Dauer des Prozesses ein Mann hinreichend. Zusammen werden sechs Tagelöhne auf das Gaarmachen von 3,200 Kilogrm. Schwarzkupfer gerechnet.

Hauptreactionen. — Das dem Gaarmachen unterworfene Schwarzkupfer enthält 12 bis 15 Proc. Kohlenstoff und Eisen; man sucht beide Substanzen zu oxydiren und so wenig als möglich Kupfer in die Schlacken zu bringen. Zu dem Ende beginnt man damit das unreine Metall in einer oxydirenden Atmosphäre sehr langsam einzuschmelzen; man verbrennt den größten Theil des Kohlenstoffes und oxydirt einen gewissen Theil des Eisens und Kupfers.

Wenn das Einschmelzen fast vollständig erfolgt ist, so vermindert man, so viel als es die Beschaffenheit des Brennmaterials gestattet, die oxydirende Wirkung, indem man keine Gebläseluft in den Ofen führt und kiesige Erze, d. h. Schwefeleisen und Schwefelkupfer nebst quarzigem Flußmittel, einbringt. Die Gangarten des Erzes haben den Zweck die während des Schmelzens erzeugten Oxyde zu verschlacken und der überschüssige Schwefel der Kiese bildet mit den Metallen Halbschwefeleisen und Halbschwefelkupfer. Alle diese Verbindungen, Oxyde, Silicate und Protosulfurete bleiben längere Zeit mit einander vermengt und üben während dieser Zeit sehr starke Reactionen auf einander aus.

Der Quarz und der Thon verbinden sich nach und nach mit den Oxyden zur Silicatbildung; das Schwefeleisen wirkt auf das freie oder mit der Kieselerde verbundene Kupferoxydul, indem es Eisenoxydul erzeugt, das sehr bald verschlackt wird, so wie auch Schwefel, welcher sich, wenigstens zu[illegible] mit dem metallischen Kupfer verbindet. Die Wirkung des [illegible]t daher fast einer doppelten Zersetzung gleich. Das Hal[illegible]ur gegen das Ende des Prozesses durch das über[illegible]setzt und giebt schwefelichte Säure und metallisches

[illegible] Kies dient dazu einen Theil des während des [illegible]ne diesen Zuschlag gänzlich ver[illegible]Kiese vermindern den Kupferver=

luft, der bei dem Gaarmachen auf die gewöhnliche Weise nicht zu vermeiden ist, sehr wesentlich.

Das Schwefeleisen löst sich sehr gut in der Schlacke auf und kann, wegen dieser Eigenschaft seine Einwirkung auf die Kupferoxydul-Silicate lange Zeit noch fortsetzen, nachdem die Flüssigkeit des Kupfers und der Schlacken so bedeutend geworden ist, daß eine scharfe Trennung möglich wird.

Man darf daher die Schlacken erst dann abziehen, wenn man ihre Wirksamkeit als beendigt annehmen darf. Zu Perm hat eine lange Erfahrung gezeigt, daß zur Vollendung der Reactionen, vom Einbringen der Kiese bis zum Abziehen der Schlacken, fast drei Stunden erforderlich sind.

In der letzten Periode des Gaarmachens enthält das Kupfer noch etwas Eisen und eine bedeutende Menge von Schwefel; man muß es durch Oxydation zu reinigen suchen und zu dem Ende läßt man Wind auf die Oberfläche strömen. Das entstandene Kupferoxydul löst sich in dem Metall auf, oxydirt die letzten Spuren vom Eisen und reagirt auf das Sulfuret indem sich schweflichte Säure entwickelt und das oben erwähnte Aufkochen erfolgt. Die Reactionen sind alsdann mit denen identisch, welche weiter oben bei Beschreibung des Gaarmachens in der Hütte zu Detroit aus einander gesetzt worden sind.

Haushalts-Betrachtungen. — Da die Hütte zu Perm jährlich 214 Tonnen Schwarzkupfer gaar zu machen hat, so müssen 67 Gaarprozesse ausgeführt werden. Die Herdsohle muß wenigstens viermal ganz neu hergestellt werden und am Schluß des Jahres sind bedeutende Reparaturen an der Brücke und am ganzen Ofenfutter erforderlich.

Indem man die Reparaturkosten und die Abnutzung der Gezähe auf die 67 Prozesse vertheilt, so erhält man für jeden nachstehende Spezialkosten:

Holz, 6200 Kilogrm. à 1,25 Frcs. die Tonne .	7,75	Frcs.
Kiese, 400 Kilogrm. à 10 Frcs.	4,00	„
Arbeitslöhne, 6 Schichten à 1,20 Frcs. . . .	7,20	„
Gezähe, Reparaturen, diverse Kosten	7,00	„
Spezialkosten für das Gaarmachen von 3,200 Kilogrm. Schwarzkupfer	25,95	Frcs.

Man erhält aus den 214 Tonnen Schwarzkupfer 179,75 Tonnen Gaarkupfer, so wie etwa 35 Tonnen Schlacken, Krätz, Herd ꝛc.

Diese Zahlen gestatten, die sich auf 1 Tonne Schwarzkupfer und Erz beziehenden Spezialkosten wie folgt zu berechnen:

	Auf 1 T. Schwarzkupfer.		Auf 1 T. Erz.			
Holz, 1,937 Tonnen	2,421	Frcs.	0,066	T.	0,082	Frcs.
Kies-Zuschlag, 0,125 Tonnen .	1,250	„	0,004	„	0,040	„
Arbeitslöhne, 1,88 Tonnen . .	2,256	„	0,064	Sch.	0,077	„
Gezähe, Reparaturen, diverse Kosten	2,188	„	. . .	.	0,074	„
Summe	8,115	Frcs.			0,273	Frcs.
Production: Gaarkupfer . . .	0,840	T.			0,0285	T.

Das Raffiniren oder Hammergaarmachen im kleinen Herde. — Der zum Gaarmachen des Schwarzkupfers angewendete Ofen kann zum Raffiniren nicht benutzt werden, weil es unmöglich sein würde, die Flammen wenig oxydirend zu machen. [illegible] daher genöthigt,

den Prozeß in einem andern Ofen vorzunehmen und man hat dazu den kleinen Gaarheerd genommen, weil zu Perm die Holzkohlen wohlfeil sind.

Man muß übrigens in dem kleinen Herde ähnliche Reactionen veranlassen, wie die in dem vorhergehenden Capitel für die Hütte zu Detroit beschriebenen. Das Gaarkupfer enthält sehr viel Oxydul, welches wieder reducirt werden muß, so daß das raffinirte Kupfer weder Sauerstoff noch Kohlenstoff eingemischt enthält.

Jeder Prozeß umfaßt 370 Kilogrm. Gaarkupfer; man wärmt zu dem Ende den vorher reparirten Herd mit glühenden Kohlen, auf welche man noch nicht entzündete wirft, sorgfältig ab, legt die Kupferstücke auf den Rand des Herdes, der Form gegenüber und bedeckt sie mit einer, wenigstens 0,40 Met. dicken Schicht Holzkohlen.

Es wird nun Wind mittelst der, etwa 15 Grad in den Herd stechenden Düse, von 0,035 Met. Quecksilber gegeben und zwar steigt man nach und nach mit der Menge bis zu 10 Kilogrm. in der Minute, je nachdem die Kohlen in Gluth sind.

Der Arbeiter muß dahin sehen, daß die Kohlen vor der Form gehörig aufgehäuft sind, damit die Verwandlung der Kohlensäure in Kohlenoxyd so vollständig als möglich erfolgt.

Das Ende jedes Kupferstücks muß an die Grenze der Verbrennungszone gebracht werden und es erfolgt daher die Schmelzung des Kupfers in einer Atmosphäre von Stickstoff und Kohlenoxyd, d. h. in einer wesentlich reducirenden. In dem Maß, als sich das geschmolzene Kupfer ansammelt, muß man die Düse heben, d. h. ihr weniger Fall in den Herd geben, damit der Wind nicht oxydirend auf das Metall einwirken kann. Man schiebt die Kupferstücke nach dem Rande des Herdes vor, bis daß die ganze Charge geschmolzen ist; während dieser ganzen, etwa zwei Stunden betragenden Zeit, wirft der Arbeiter frische Kohlen auf, so daß die Decke des Haufens, über dem Rande des Herdes, wenigstens 0,40 Met. beträgt. Einen zu großen Wärmeverlust vermeidet man dadurch, daß man zu beiden Seiten des Herdes zwei Blechplatten, unter sehr starker Neigung an den Kohlenhaufen anlegt.

Unter diesen Bedingungen erfolgt das Einschmelzen des Gaarkupfers in Berührung mit Kohle und in einer Kohlenoxyd-Atmosphäre, so daß alles Kupferoxydul reducirt werden muß; das in dem Herde vereinigte Metall enthält selbst sehr häufig eine bedeutende Menge Kohlenkupfer.

Sobald das Einschmelzen vollendet ist, nimmt der Gaarmachermeister die beiden Blechplatten weg, zieht die Kohlen aus einander und nimmt mittelst eines kleinen Hakens, den er in das Kupfer taucht, eine Probe. Dieselbe wird sogleich ins Wasser getaucht und von dem Haken abgenommen; man erkennt sehr leicht an der Farbe und am Korn des Bruchs die chemische Beschaffenheit des flüssigen Metalles.

Um die Beschreibung nicht unnöthig zu verlängern, wollen wir hier nur den allgemeinsten Fall betrachten, indem der Arbeiter an der gelben Farbe und der körnigen Textur der ersten Probe, den Kohlengehalt erkennt.

Er macht alsdann die Oberfläche des Metalles gänzlich frei, indem er die Kohlen auf den Rand zieht und giebt der Düse ein solches Stechen, daß der Wind etwa die Mitte des Herdes trifft.

Das Kupfer oxydirt sich auf der Oberfläche und indem sich das Oxyd auflöst, zersetzt es das Carburet. Durch Einwirkung des Kupferoxy-

auf den thonigen und quarzigen Theil des Gestübbes entstehen einige Schlacken, die man sofort nach ihrer Bildung abhebt.

Der Gaarmacher folgt dem Gange des Prozesses, indem er sehr häufig Proben nimmt; er muß den Wind abstellen, sobald eine etwas röthliche Farbe der Probe ihm zeigt, daß das Metall eine geringe Oxydulmenge aufgelöst enthält.

Er bedeckt alsdann die Oberfläche des Metalles mit einem Theile der vorher zur Seite geschobenen und sucht den Augenblick zu erfassen, wodurch ihre Reductionskraft fast das ganze Oxydul zersetzt wird. Darauf wird nun die Oberfläche des Metalles frei gemacht und zum Ausgießen geschritten.

In der Oxydationsperiode des Raffinirens kühlt sich das Metall sehr rasch ab; zuweilen ist es der Fall, daß die Oxydation zweimal bewirkt werden, d. h., daß man das Kupfer wieder erhitzen muß, ehe die Zersetzung des Carburets durch das Oxydul erfolgt ist. Man schiebt einen Theil der glühenden Kohlen vom Rande des Herdes auf die Oberfläche des Kupfers zurück und giebt stechenden Wind zum Theil auf das Metall, zum Theil auf die Kohle. Dadurch bewirkt man eine partielle Oxydation, während man das Kupfer und den Herd wieder erhitzt. Wenn die Temperatur auf den zweckmäßigen Punct gebracht worden ist, so nimmt man die Kohlen weg und setzt die Oxydation fort.

Sobald das Kupfer rein ist und weder Carburet noch Oxydul in wesentlichen Mengen enthält, so stellt man den Wind ab, schöpft das Metall mit Kellen aus und gießt es in Eingüsse.

Der Raffinirprozeß dauert drei bis vier Stunden und man macht in jedem kleinen Herd täglich nur drei Prozesse; in der Nacht kann man nicht arbeiten, da der Gaarmacher nur am Tage die Farbe der Proben mit Sicherheit erkennen kann.

Das Raffiniren der 179,75 Tonnen Gaarkupfer, welches die Hütte zu Perm jährlich liefern kann, erfordert 485 Arbeitstage; man erhält im Durchschnitt 92 Proc. verkäufliches Kupfer, d. h. jährlich 166,37 Tonnen in Zainen.

Die Kosten und der Materialverbrauch, den die beiden kleinen Herde für einen Arbeitstag oder für 2,220 Tonnen Gaarkupfer beanspruchen, sind die folgenden:

Holzkohlen, 1,520 Tonnen à 9,10 Frcs. . . .	13,832 Frcs.
Arbeitslöhne für 5 Schichten à 2 Frcs. . . .	10,000 „
Gezähe, Reparaturen und diverse Kosten . . .	2,000 „
Spezialkosten des Raffinirens	25,832 Frcs.

	Auf 1 T. Gaarkupfer.	Auf 1 T. Erz.	
Holzkohlen, 0,685 Tonnen . .	6,233 Frcs.	0,0195 T.	0,177 Frcs.
Arbeitslohn 2,252 Schichten .	4,504 „	0,0642 Sch.	0,128 „
Gezähe, Reparaturen, diverse Kosten	0,901 „	. . . .	0,026 „
Spezialkosten	11,638 Frcs.	. . . .	0,331 Frcs.
Product: Verkäufliches Kupfer	0,920 Tonnen		0,0262 T.

Wir wollen nun die Beschreibung der Perm'schen Hüttenprozesse [illegible] einer Uebersicht der Spezialkosten aller Arbeiten, au[illegible]nne Erze [illegible] geführt, vollenden. Aus einer Tonne Erze gewi[illegible]

Verkäufliches Kupfer	0,0262 Tonnen.
Roheisen zum Vergießen . .	0,0230 „

Die Spezialkosten sind die folgenden:

Holzkohlen, 0,7315 Tonnen à 9,10 Frcs. . . .	6,656 Frcs.
Holz, 0,066 Tonnen à 1,25 Frcs.	0,082 „
Arbeitslöhne, 2,361 Schichten	2,371 „
Dolomit	3,000 „
Kiesiger Zuschlag, 0,004 Tonnen à 10 Frcs. . .	3,064 „
Spezial-Hüttenkosten	15,213 Frcs.

Für die Kosten der Erze, die General- und die Transportkosten für das zum Markte gelangende Kupfer können wir nicht einmal annähernden Zahlen angeben, so daß eine Feststellung der Productionskosten und der Ueberschüsse für die Hüttenbesitzer bei der Zugutemachung so armer Erze ganz unthunlich ist.

In Beziehung auf die Spezialkosten muß noch bemerkt werden, daß der Brennmaterial- und Zuschlag-Verbrauch, so wie die Arbeitslöhne ziemlich bedeutend und die Kosten 15,213 Frcs. auf 1 Tonne Erz nur deßhalb gering, weil die Materialien und Arbeitslöhne ausnahmsweise sehr wohlfeil sind.

Der Bearbeiter theilt hier noch einige Notizen über zwei andere Hüttenprozesse Uralischer Hütten, welche reichere oxydirte Erze im Gemenge mit geschwefelten zu Gute machen:

Zu Nischnetagilsk (Erdmann's Journal für ökon. u. techn. Chemie Bd. 17, S. 471 und hier aus Kerl's met. Hüttenkunde, II, 271) verschmilzt man gewöhnlich eine Beschickung 100 Pud (1 Pud = 32,8 Zollpfd.) Kupfererz mit 25 bis 60 Proc. Kupfer, 90 Pud Kupferschliege mit 1 bis 25 Proc. Kupfer, 30 Pud Kupferkies mit 1 bis 25 Proc. Kupfer und 70 Pud Rohschlacke in 12 Fuß hohen Spuröfen bei Zuführung von 300 bis 400 Cubikfuß Luft pro Minute. In 24 Stunden werden von 300 Pud Beschickung mit 4,5 Korb à 5,87 Cubikarschinen Holz 43 bis 50 Pud Rohstein mit 48 Proc. Kupfer erhalten. Dieser wird in drei Feuern zugebrannt und mit der Hälfte Rohschlacken auf Schwarzkupfer und Spurstein verschmolzen. Auf 300 Pud Beschickung gehen 4,5 Korb Kohlen. Die Holzkohlen sind mit Vortheil durch Holz ersetzt. Das Schwarzkupfer wird im Spleißofen gaar gemacht.

Auf Bogoseows Kupferhütten kommen Erze zur Verarbeitung, welche aus $\frac{2}{3}$ kalkigen Kiesen (Kupferglanz, Kupferkies) und $\frac{1}{3}$ quarzigen Malachiten 2c. bestehen und gewöhnlich $1\frac{1}{2}$ bis $7\frac{1}{2}$ Proc., selten bis 20 Proc. Kupfer enthalten. 36 Th. geschwefelte und 34 Theile oxydirte Erze werden mit 50 Th. Diorit, 20 Th. Kalkstein, 14 Th. Rohschlacken, $11\frac{1}{2}$ Th. Schwarzkupferschlacken und $1\frac{1}{2}$ Th. Ofenbrüchen in Schachtöfen verschmolzen. Man gewinnt in 24 Stunden von 3600 Pud Beschickung 2080 Pfd. [illegible] 30 bis 40 Proc. Kupfer und 35 bis 50 Proc. Eisen, wel-
äten von 2500 Pud mit Holz zwei bis drei Tage geröstet
fen während acht bis sechs Stunden eingeschmolzen wird.
das Gebläse in Gang, rührt die Masse mit feuchten Höl-
m und zieht die Schlacken ab, welche 69,3 Proc. Silic
Schwefelungen enthalten und zur Roharbeit kommen.

[illegible]

[illegible]

Viertes Capitel.

Zugutemachung der kiesigen oder geschwefelten Erze.

§. 1.

Allgemeine Betrachtungen.

Die in der Natur in weit größerer Menge als die oxydirten und kohlengesäuerten Erze vorkommenden geschwefelten, werden in sehr vielen Hütten auf sehr verschiedenartige Methoden zu Gute gemacht. Es ist sehr schwierig auf den ersten Blick alle die Gründe aufzufassen, welche auf die Annahme dieser Methoden und auf die Modificationen die sie, in Folge einer längern oder kürzern Erfahrung erlitten, einen Einfluß ausgeübt haben. Man kann sich jedoch bis auf einen gewissen Punct Rechenschaft davon geben, indem man möglichst genau die Hauptbedingungen, unter denen die Hütten errichtet worden sind und unter denen sie jetzt betrieben werden, untersucht.

In England liegen die Kupferhütten in der Nähe großer Steinkohlenbecken, die ihnen ein sehr wohlfeiles Brennmaterial liefern; sie liegen auch alle in der Nähe des Meeresufers oder in geringer Entfernung eines Hafens mit bedeutendem Handelsverkehr, wo eine zahlreiche, kräftige und intelligente Arbeiterbevölkerung heimisch ist. Die Hütten müssen die in England gewonnenen und die ihnen zu Schiffe, aus allen Theilen der Erde herbeigeschafften Erze zu Gute machen. Das angewendete Verfahren muß auf die Verschiedenheiten des Metallgehaltes und der Zusammensetzung der Erze passen. Alle Prozesse werden in großen Flammöfen ausgeführt.

In Deutschland und fast überall auf dem Festlande erhält eine Hütte fast stets gleichartige Erze von einer oder weniger Gruben eines Reviers oder Bezirks; der Metallgehalt und die chemische Zusammensetzung der Erze zeigen nur geringe Schwankungen; die Brennmaterialien sind theuer; die Hüttenprozesse verändern sich nur nach längern Zeiträumen; die Prozesse sind sehr regelmäßig. Im Allgemeinen werden alle Schmelzungen im Schachtofen ausgeführt.

Im südlichen Spanien, zu Rio Tinto und zu Huelva können die Brennmaterialien nur zu sehr hohen Preisen herbeigeschafft werden, da es überall an fahrbaren Wegen mangelt; daher werden dann arme geschwefelte Erze mit Schwefelkies als Gangart, auf dem nassen Wege, durch Cementation zu Gute gemacht.

Ehe wir uns aber zu der Beschreibung einer gewissen Anzahl, unter sehr verschiedenartigen Verhältnissen betriebener Hütten wenden, wollen wir einige allgemeine Betrachtungen über die beiden Hauptmethoden der Verhüttung geschwefelter Erze anstellen. Die chemischen Reactionen sind in den Flammen und den Schachtöfen verschieden; es ist daher sehr wichtig, diese Unterschiede nachzuweisen und zu zeigen, durch welche Reihe von Prozessen man dahin gelangen kann, mit beiden Arten von Oefen das verkäufliche Kupfer aus oft sehr unreinen Erzen zu gewinnen.

Reine Erze, d. h. solche, die mit dem Kupferkies nur Schwefelkies und erdige Gangarten enthalten, kommen nur an wenigen Orten vor. Gewöhnlich enthalten die kiesigen Erze verschiedene andere Schwefelmetalle, wie Blende, Bleiglanz, Arsenikkies, Fahlerz, mehr oder weniger genau beigemengt.

Diese Beimengungen erschweren im Allgemeinen die Kupferhüttenprozesse, durch Vermehrung der Arbeiten sehr wesentlich, auch üben sie einen sehr nachtheiligen Einfluß auf die Beschaffenheit und folglich auf den Handelswerth des dargestellten Kupfers aus.

Verschiedene Erze, wie z. B. aus mehren englischen Bergwerken, enthalten Zinnoxyd, welches durch die mechanische Aufbereitung nicht gänzlich abgeschieden werden kann.

Arsen, Antimon und Zinn sind fast im gleichen Grade für die Qualität des Kupfers nachtheilig und bis jetzt hat man noch kein hinlänglich praktisches ökonomisches Verfahren auffinden können, aus Erzen, die eine wesentliche Menge von diesen drei Substanzen enthalten, gutes Kupfer zu gewinnen.

Es ist daher sehr wesentlich, das Vorhandensein von Arsen, Antimon und Zinn bei der Auseinandersetzung der verschiedenen Prozesse zu berücksichtigen und die chemischen Reactionen anzugeben, welche zu ihrer Vertreibung oder Abscheidung aus dem Kupfer angewendet werden können.

Die Zugutemachung mehr oder weniger unreiner geschwefelter Erze, im Flammofen ist bis jetzt nur in England im Großen und mit Erfolg angewendet worden, obgleich manche Hütten auf dem Festlande die englischen Prozesse ebenfalls recht vortheilhaft befolgt haben. Hier wollen wir das englische Verfahren um so eher zu Grunde legen, da es an Großartigkeit und Verschiedenartigkeit des Betriebs allen Prozessen dieser Art vorangeht.

Die Erze sind von sehr mannigfacher Beschaffenheit: die einen sind arm und nur mit Schwefelkies vermengt; andere sind reich und rein, die meisten aber enthalten Arsenikkies, Fahlerz oder Zinnoxyd. Außer diesen kiesigen Erzen müssen die Hütten aber auch Glanzerze, oxydirte und kohlensaure Erze, Kupferglühspan und reiche Schlacken verarbeiten. Die oxydirten Substanzen enthalten sehr häufig Arsen und Antimon.

Das mittlere Ausbringen aus allen Erzen und andern kupferhaltigen Substanzen, die in den Hütten zu Gute gemacht werden, übersteigt 12 Proc. nicht.

Da diese Verhältnisse (nur mit Ausnahme des Ausbringens) fast dieselben wie die in der Hütte zu Boston sind, so könnten wir für dieselben Erze auch das allgemeine Verfahren im Schachtofen beschreiben, ohne irgend eine zwecklose Hypothese zu machen und indem wir im Gegentheil bei der Erklärung wirklich ausgeführter Prozesse blieben.

Der Verfasser wird weiter unten die Details des Prozesses, die Kosten und den Materialverbrauch in den englischen Hütten, so wie in der zu Boston mittheilen. Nachdem wir die beiden allgemeinen Methoden, in Beziehung auf die chemischen Reagentien, mit einander verglichen haben, werden auch hinreichend genaue Zahlen zur Vergleichung der Haushaltsresultate mitgetheilt werden. — Der Bearbeiter wird die Beschreibung der schwedischen Kupferhüttenprozesse hinzufügen.

§. 2.

Zugutemachung der kiesigen Erze im Flammofen.

Die Reihe der nothwendigen Arbeiten, um aus den von den Hütten zu verarbeitenden Erzen fast reines Kupfer zu gewinnen, ist die folgende:

1) Röstung der reichen oder armen kiesigen Erze, welche Schwefelkies, Arsen und Antimon enthalten. — Das Verhältniß des Schwefelkieses muß um so bedeutender sein, jemehr Arsen und Antimon die zu röstenden Erze enthalten. Die Röstung ist stets unvollständig, sie wird aber mehr oder weniger weit getrieben, je nach dem Verhältniß der reinen kiesigen Erze, die für die folgenden Prozesse vorhanden sind.

2) Verschmelzen der gerösteten Erze auf Rohstein. — Man schmilzt mit ihnen: die reinen kiesigen Erze; die Schlacken, Krätz und verschiedene Rückstände von den folgenden Prozessen, die sehr viel Kupfer und wenig Arsen, Antimon und Zinn enthalten; die unreinen oxydirten Erze; die reichsten Schlacken, die von dem Schmelzen selbst herrühren, und die, in Folge ihres Kupferoxydulgehaltes, auch Arsen und Antimon enthalten. Als Fluß schlägt man die quarzigen Gangarten der Erze und eine veränderliche Menge Flußspath zu.

Der Prozeß giebt zwei Producte: einen Stein, in den man alles Kupfer der der Schmelzung unterworfenen Substanzen zu concentriren sucht und eine Schlacke, welche größtentheils weggestürzt werden kann.

Der Stein enthält gewöhnlich 33 bis 34 Proc. Kupfer und 30 Proc. Schwefel; er enthält eine sehr wesentliche Menge Arsen, Antimon und Zinn.

Die Schlacken sind sehr kieselreich; sie dürfen kein Kupferoxydul, sondern nur Körner jeder Größe von Stein enthalten. Bei einem gut betriebenen Rohschmelzen dürfen die Schlacken nur geringe Mengen von Arsen, Antimon und Zinn enthalten und können daher als Fluß für das Eisenoxyd bei dem folgenden Schlacken zugeschlagen werden. Ist aber der Betrieb aus irgend einem Grunde mangelhaft, so enthalten die Schlacken Kupferoxyd, Arsen, Antimon und Zinn. Sie werden dann dem Rohschmelzen selbst wieder zugeschlagen.

Die weggestürzten Schlacken enthalten nicht mehr als $\frac{1}{2}$ Procent Kupfer.

3) Das Rösten des Rohsteins. — Es ist dieser Prozeß stets unvollständig, allein der Grad seiner Vollkommenheit hängt von der Menge der geschwefelten Erze ab, die man für den folgenden Prozeß aufbewahren kann. In dem sehr seltnen Falle, wo die reichen und fast reinen Erze für das erste Schmelzen in zu bedeutender Menge vorhanden sind, muß man sie zu gleicher Zeit mit dem Stein rösten.

4) Das Verschmelzen des gerösteten Rohsteins auf weißen Concentrationsstein. — Man bringt in dieses Schmelzen: den gerösteten Rohstein, die reichen und reinen geschwefelten Erze, die nur wenig Schwefeleisen enthalten, die oxydirten und kohlengesäuerten Erze, die keine, für die Beschaffenheit des Kupfers nachtheiligen Substanzen enthalten; Glühspan und alle oxydirten kupferhaltigen Substanzen, die von den Hüttenprozessen kommen und kein Arsen, Antimon oder Zinn enthalten. Zur Verschlackung des Eisenoxyduls schlägt man eine bedeutende Menge Schlacken vom ersten Schmelzen zu.

Man erhält gewöhnlich zwei Producte: weißen Stein und Schlacken; jener enthält 65 bis 70 Proc. Kupfer und 21 bis 22 Proc. Schwefel; die Schlacke ist ein Silicat, dessen Hauptbasis Eisenoxydul ist. Sie enthält etwas Kupferoxydul und Steinkörner, so daß der Kupfergehalt 2 bis 3 Proc. beträgt. Die Schlacken kommen gänzlich zum ersten Schmelzen zurück.

In zwei sehr verschiedenen Fällen erhält man außerdem Schwarzkupfer, nämlich wenn man sehr reine, oder sehr viel Arsen und Antimon enthaltende Erze zu Gute macht.

Im erstern Falle hat man ein besonderes Interesse viel Schwarzkupfer zu gewinnen, welches dem Gaarmachen unterworfen werden kann und nur so viel Stein darzustellen, als zum Entkupfern der Schlacken erforderlich ist. Im zweiten Fall sucht man nur eine geringe Quantität Kupfer oder vielmehr kupferige Legirung darzustellen, welche den Stein von einem großen Theil der Substanzen befreit, welche eine nachtheilige Einwirkung auf die Qualität des Kupfers haben; dann ist dieß metallische Kupfer nur ein Mittel zur Reinigung des Steins.

5) Das Rösten des weißen Steins. — Dieser Prozeß ist sehr verwickelt und umfaßt eine Reihe von Schmelzungen und Wiederabkühlungen in einer oxydirenden Atmosphäre; er hat die Reinigung des Steins und die Verschlackung des Eisens zum Zweck, indem man das Kupfer so viel als thunlich im metallischen Zustande zu erhalten sucht. Es erfolgen bei diesem Prozeß zwei Producte: Rohkupfer und eine Schlacke, die stets Kupferoxydul und oft ein sehr geringes Verhältniß von Arsen, Antimon und Zinn. Der größte Theil dieser Schlacke kommt zum ersten Schmelzen; zum Verschmelzen des weißen Steins bleiben nur die Röstschlacken, die bei der Zugutemachung sehr reiner Erze fallen, zurück.

6) Gaarmachen und Raffiniren des Kupfers. — Das Gaarmachen hat den Zweck, die Reinigung des Kupfers zu vollenden, indem man die fremdartigen Körper, welche das Rohkupfer enthält, oxydirt; durch das Raffiniren soll das Metall geschmeidig werden und es soll weder Kupferoxydul noch Carburet enthalten.

Beide Prozesse werden in einem und demselben Ofen ausgeführt, einer nach dem andern und geben zwei Producte: verkäufliches Kupfer, dessen Güte von der Beschaffenheit der zu G[illegible]ten Erze abhängt, so wie

Schlacken und Krätz vom Gaarmachen und Raffiniren, die stets viel Kupfer und sehr wenig Arsen, Antimon und Zinn enthalten.

Die Schlacken kommen zum Roh= oder Concentrationsschmelzen, je nach der Menge der darin enthaltenen nachtheiligen Substanzen.

Diese Prozesse sind aber nicht die einzigen, welche in den Waleser Hütten vorkommen; bei der speziellen Beschreibung derselben, die weiter unten mitgetheilt werden soll, sollen auch alle die verschiedenen andern Prozesse erwähnt werden, welche der Markt oder die große Unreinigkeit der Erze erfordert. Um aber die allgemeine Beschreibung des Verfahrens nicht zu verwickeln, müssen wir uns auf die unerläßlichen Prozesse beschränken und diejenigen unberücksichtigt lassen, die nur in besondern Fällen vorkommen.

Das einzige, in England angewendete Brennmaterial sind die mehr oder weniger anthracitischen Steinkohlen; sie werden auf künstlichen Rosten, die aus zusammengebackener Asche bestehen, auf sogenannten Klinkerrosten, die auf eisernen Stäben ruhen, verbrannt.

Zu den Rostprozessen könnte man an solchen Orten, wo das vegetabilische Brennmaterial wohlfeil ist, sehr gut und zweckmäßig getrocknetes Holz anwenden; allein beim Schmelzen, Gaarmachen und Raffiniren sind Steinkohlen unerläßlich.

Wir wollen nun die verschiedenen Prozesse der Zugutemachung der Kupfererze in Flammöfen, hauptsächlich in Beziehung auf die chemischen Reactionen, durch welche die erforderlichen Resultate erlangt werden, in ihren verschiedenen Details kennen zu lernen suchen.

Erster Prozeß. — Erzröstung. — Einrichtung des Flammofens. — In England wendet man Flammöfen mit sehr tiefliegenden Feuerraum an; auf dem Rost liegt eine sehr dicke Schicht von Steinkohlen, fast nur Staubkohlen; die aus dem Feuerraum ausströmenden Gase werden durch die den Rost durchdringende Luft nur sehr unvollständig verbrannt. Man führt daher die zur Verbrennung der Gase und zur Oxydation der auf der Herdsohle ausgebreiteten Luft, durch eine Oeffnung in der Ecke an der Brücke, in dem Ofen. Der Zug ist nicht sehr lebhaft, so daß sich die kalte Luft nicht mit den heißen Gasen vermischt; sie bestreicht die Oberfläche des Erzes, indem sie eine nothwendig wenig regelmäßige Schicht bildet. Am obern Theile verbrennt sie nach nnd nach die heißen und brennbaren Gase, die in dem Feuerraum durch die Destillation der Steinkohlen und durch die in beschränktem Verhältniß eingeführte Luft, erzeugt worden sind. In Folge dieser sinnreichen Einrichtung werden die Flammen in einer gewissen Höhe über der Herdsohle erhalten und dehnen sich bis zum Fuchs aus; die Erze können durch Zurückstrahlung erwärmt, während sie durch die frische Luft der Schicht oxydirt werden. Die Menge der Luft regulirt man dadurch, daß man die Oeffnung, durch welche dieselbe auf den Herd geführt wird, mehr oder weniger, durch einen, als Register wirkenden Ziegelstein verschließt. Den Zug durch den Rost kann man nach Belieben vermindern und auf diese Weise eine zu hohe Temperatur in dem Ofen vermeiden. Ist es am Schluß der Arbeit erforderlich, ein starkes Feuer zu geben, so braucht man nur die Seitenöffnung zu verschließen und durch den Rost zu stechen, damit die Verbrennung auf dem Rost lebhafter wird.

Man könnte dieselben Resultate auch mit einem weniger tiefliegenden

Rost erhalten und bedürfte der Seitenöffnung nicht; allein die Erfahrung hat den Vortheil der in England üblichen Vorrichtung nachgewiesen.

Der Betrieb. — Die aus kleinen Stücken oder aus Körnern oder Graupen bis zur Feinheit des Sandes bestehenden Erze und Schlieche werden durch zwei Trichter oder Aufschütter im Ofengewölbe chargirt und es werden ohngefähr 3 Tonnen auf einmal eingebracht; man bildet eine gleichmäßige Schicht auf der ganzen Herdoberfläche, verschließt die Seitenthüren und öffnet das Loch in der Ecke der Brücke, worauf sich die Erze langsam erhitzen und bei niedriger Temperatur rösten. Man steigert die Hitze nach und nach, und während der ganzen Periode des Röstens wendet man das Erz häufig, so daß nach und nach alle Theilchen auf die Oberfläche kommen.

Die Röstung muß mehr oder weniger vollständig sein, je nach der Menge der Vorräthe an reinem Kupferkies für das folgende Schmelzen. Wenn der Prozeß weit genug vorgeschritten zu sein scheint, so verschließt man die Oeffnung zum Einströmen der Luft und giebt ein lebhaftes Feuer, um die während des Röstens gebildeten schwefelsauren Verbindungen zu zersetzen. Man nimmt die gerösteten Erze aus dem Ofen und chargirt neue.

Chemische Reactionen. — Da die Erze und Schlieche in dem Moment eingetragen werden, in welchem der vorhergehende Prozeß vollendet worden, so erlangt der Ofen eine hohe Temperatur. Die durch den Trichter in den Ofen gebrachte Menge absorbirt sehr viel Hitze und es sinkt die Temperatur des Ofens sogleich bis unter die dunkle Rothglühhitze.

Der Wassergehalt der meisten Erze und Schlieche entwickelt sich als Dampf und trägt viel zur schnellen Verminderung der Temperatur bei. Bei reinen Erzen, die nur Kupfer- und Eisenkies mit erdigen Gangarten enthalten, ist die Leitung des Röstbetriebs und sind die chemischen Reactionen sehr einfach. Der überschüssige Schwefel des Eisenkieses entwickelt sich nach und nach, in dem Maß als die Erze sich mehr erhitzen und zu gleicher Zeit beginnt die Oxydation an der Oberfläche; sie erfolgt in einer geringen Temperatur, bei einem geringen Ueberschuß von atmosphärischer Luft und bei einer geringen Berührung zwischen dem nicht pulverförmigen Erz und der sich bewegenden Luft. Es entstehen schweflichte Säure, Oxyde und sehr wenig schwefelsaure Salze.

Durch Umkrücken und Umrühren erneuern die Arbeiter von Zeit zu Zeit die Oberflächen, so daß nach und nach alle Theile mit der Luft in Berührung kommen. Die Oberfläche der Erz-Graupen und der Stückchen ist vollständig oxydirt, während das Innere nur eine beschränkte Einwirkung und der mittlere Theil der größern Stücke keine andere Veränderung erleidet als daß etwas Schwefel destillirt worden ist. Durch die Temperaturerhöhung am Ende des Prozesses zersetzt man den größten Theil oder alle Sulfate, je nachdem die Temperatur höher oder niedriger, oder längere oder kürzere Zeit unterhalten ist.

Die Verwandlung der Sulfurete in Oxyde kann daher nach den Bedürfnissen der Zugutemachung bewirkt werden. Ladet man Schlieche in den Ofen, röstet man langsam bei niedriger Temperatur und steigert dieselbe plötzlich am Schluß des Prozesses, so kann man alle Sulfurete oxydiren und in den Erzen nur einen solchen Theil Schwefel lassen, der unberücksichtigt bleiben kann. Dagegen kann man eine unvollständige Oxydation erlangen, entweder wenn man Erze in etwas großen Stücken einladet, oder indem man die Oxydationsperiode abkürzt, [illegible] daher bei der Zu-

gutemachung des reinen Kupferkieses stehen, so können der Grad des Fortschreitens der Röstung und das Verhältniß des in den Erzen bleibenden Schwefels, nach den Bedürfnissen der Zugutemachung sehr leicht regulirt werden. Der einzige Nachtheil der Röstung im Flammofen besteht in den vielen Arbeitslöhnen und vielem Brennmaterial, welches sie erfordert.

Bei Erzen mit Arsen- und Antimongehalt sind die Reactionen etwas verwickelter. Durch die Destillation des Schwefels im Schwefelkiese wird eine gewisse Menge von Arsen und selbst Antimon als Sulfuret mitgeführt. Während der Röstung bei niedriger Temperatur, bei einer sehr geringen Luftmenge in nur oberflächlicher Berührung mit den Schwefelmetallen, oxydirt der Schwefel weit leichter als Arsen und Antimon und es bleibt für diese beiden nur sehr wenig Luft. Es können sich daher nur arsenige Säure und Antimonoxyde bilden, welche beide flüchtig sind und daher von dem Gasstrom mit in die Esse gezogen werden.

Wenn der größte Theil des Schwefels verbrannt ist, so sind die Erze mit einer größern Luftmenge umgeben; sie sind poröser und durchdringlicher geworden, die Temperatur ist gestiegen, die Oxydation des Arsens und Antimons ist vollkommener geworden, es bilden sich Arseniate und Antimoniate, die von der gesteigerten Hitze am Ende der Röstung nicht zersetzt werden können.

Es kann daher während der Röstung ein großer Theil des Arsens und Antimons vertrieben werden, allein immer bleibt in den gerösteten Erzen ein gewisses Verhältniß als Arseniat und Antimoniat zurück. Etwas größere Stücke, in deren Mitte die Einwirkung der Luft nicht statt finden konnte, enthalten ebenfalls einen Theil, der mit Schwefel und mit den Metallen in Verbindung steht.

Diese Betrachtungen gestatten die Folgerung, daß man aus arsen- und antimonhaltigen Erzen einen um so stärkeren Theil dieser schädlichen Substanzen entfernen kann, jemehr Eisen- oder Schwefelkies die Erze führen und je länger die Röstung mit einer sehr beschränkten Luftmenge dauert. Man muß aber stets berücksichtigen, daß es nicht möglich ist, die genannten schädlichen Substanzen gänzlich zu entfernen, sondern daß stets eine wesentliche Menge in dem gerösteten Erzen in Schwefel-, Arsen- und Antimonverbindungen zurückbleibt.

Wenn nun alle zur Hütte gelangenden kiesigen Erze Arsen und Antimon enthalten, so müssen sie der Röstung unterworfen, es muß aber die Oxydation nicht sehr weit getrieben werden, da in den gerösteten Erzen so viel Schwefel zurückbleiben muß, um beim ersten Schmelzen Stein zu bilden; man kann daher nur ein geringes Verhältniß von beiden nachtheiligen Körpern entfernen.

In den Fällen dagegen, in denen die Hütte eine hinreichende Menge reiner Erze erhalten kann, werden die arsen- und antimonhaltigen geröstet und dann genau mit schwefelkieshaltigen beschickt. Man bewirkt die Oxydation bei niedriger Temperatur so weit als thunlich und läßt nur wenig äußere Luft durch die Seitenöffnung einströmen. Man benutzt die chemischen Reactionen, in Folge deren Arsen und Antimon zum Theil verflüchtigt werden, fast vollständig. Die fast reinen kiesigen Erze werden mit den gerösteten Erzen beschickt, um die Beschickung auf Kupferstein zu verschmelzen. Sie führen in den zweiten Prozeß dem zur Steinbildung nöthigen Schwefel ein und ge-

statten es, daß durch die Röstung der unreinen Erze die beiden für die Beschaffenheit des Kupfers nachtheiligsten Substanzen, entfernt werden.

Es ist daher von Wichtigkeit, nicht Erze von einer einzigen Grube, oder einem einzigen Vorkommen zu Gute zu machen, sobald sie Arsen und Antimon enthalten; man muß sie in diesem Fall mit Erzen beschicken, die viel Schwefelkies, so wie auch mit solchen, die jene nachtheiligen Substanzen nicht enthalten; die erstern erleiden eine Röstung, während die zweiten für den zweiten Prozeß bleiben.

In Hütten, welche unreine Erze von nur einer Lagerstätte zu Gute machen, kann die Röstung zum Vertreiben des Arsens und Antimons nicht angewendet werden.

Es muß auch bemerkt werden, daß, da das Schwefelarsen flüchtiger als das Schwefelantimon ist, bei der Röstung stets mehr von dem erstern als von dem letztern abgeschieden wird.

Von den Erzen, welche Zinnoxyd enthalten, ist gar nicht geredet worden, indem es gänzlich in den gerösteten Erzen bleibt. In der ersten Periode des Prozesses ist das Zinnoxyd vielleicht partiell zersetzt und durch den Ueberschuß des destillirten Schwefels in Sulfuret verwandelt worden; alsdann muß aber dieses fast gänzlich oxydirt werden. In diesen successiven Reactionen bleibt das Zinn immer in den Resten und zwar als Sulfuret, Oxyd oder Subsulfat; verflüchtigt, wie Arsen und Antimon, kann er nicht werden.

Zweiter Prozeß. — Rohschmelzen. — Beschaffenheit des Ofens. — Der Ofen ist so eingerichtet, daß er eine hohe Temperatur erzeugen kann, hinreichend, um Stein und Schlacken zu schmelzen, wobei die Flamme, wenn auch nicht reductiv, doch wenigstens nur sehr wenig oxydirend gehalten wird. Der Feuerraum liegt sehr tief und durch den Rost kann die äußere Luft sehr leicht strömen, so daß die Verbrennung stets eine sehr lebhafte ist. Die Herdsohle besteht aus Sand und hat eine regelmäßige Neigung nach der Abstichöffnung, die in der Mitte von einer der Seiten angebracht ist. Die Arbeitsthür befindet sich am Ende des Ofens unter dem Fuchs. Ist diese Thür geöffnet, so strömt die äußere Luft direct in die Esse, ohne auf die auf dem Herde befindlichen Materialien einwirken zu können.

Das Chargiren erfolgt durch einen Trichter in der Mitte des Gewölbes.

Der Prozeß. — Die Charge wird eingebracht, sobald der Stein und die Schlacken von der vorhergehenden Arbeit fast vollständig weggenommen worden sind; sie besteht: aus etwa einer Tonne unvollständig geröstetem Erz, oder aus einem Gemenge von unreinen, vollständig gerösteten und einer gewissen Menge reiner Erze; ferner aus Flußspath oder andern Flußmitteln, die für die erdigen Gangarten erforderlich sind; aus reichen Schlacken von den folgenden Prozessen und im Allgemeinen aus allen unreinen kupferhaltigen Rückständen (Gekrätz), die bei dem Prozeß fallen. Man schlägt auch etwas Schlacken zu, welche Granalien von Kupfer enthalten und von dem Prozeß selbst herrühren; allein der größte Theil dieser kieseligen Schlacken wir[illegible]genden Schmelzungen aufbewahrt.

Das Ver[illegible]tel, der Schlacken und des Gekrätzes, ist nach der [illegible]e zu machenden Erze verschieden. Sobald [illegible] man die Arbeitsthür und stei=

gert die Feuerung; zuerst schmelzen die Schlacken, allein schnell theilt sich dieß der ganzen Masse mit; in weniger als vier Stunden sind alle Materialien geschmolzen und die entstandenen Schlacken scharf von dem Stein getrennt.

Man untersucht die Flüssigkeit mit einer, durch die Thür auf der Herdsohle eingebrachten Herdsohle, macht die noch teigigen Substanzen von den Wänden und der Sohle los und giebt zuletzt ein lebhaftes Feuer.

Sobald alle Reactionen vorüber sind und alle Mineralien die erforderliche Flüssigkeit erlangt haben, zieht man die Schlacken mit einem Krahl durch die Thür an der Sohle ab. Der Stein wird, wenigstens war dieß früher allgemein, während es jetzt nur noch auf wenigen Hütten der Fall ist, durch eine Oeffnung an der Seite des Ofens in einem Sumpf abgestochen, der mit Wasser angefüllt ist, so daß der Stein granulirt wird. Jetzt wird der Stein auf den meisten Hütten in Sandsümpfe vor dem Ofen abgestochen und dann zerpocht.

Man verschließt die Abstichöffnung mit einem Thonpfropf, ladet den Ofen von Neuem und setzt den Betrieb fort.

Die Schlacken werden mit dem Hammer zerschlagen und einer Scheidung unterworfen; alle Stücke, welche Kupferkörner enthalten, werden bei Seite geworfen, um sie wieder mit zuzuschlagen.

Der größte Theil der Schlacken muß arm oder rein genug sein, um weggeworfen werden zu können und zu dem Ende nicht mehr als ½ Proc. Kupfer enthalten.

Der Stein enthält gewöhnlich 33 bis 35 Proc. Kupfer und 32 bis 33 Proc. Schwefel.

Reactionen. — Die auf die Herdsohle chargirten Materialien enthalten: Eisen-, Kupfer- und Zinnoxyd; Eisen- und Kupfersulfuret; Kupferkies (ungeröstetes Erz); Sulfate, Arseniate und Antimoniate; mit den Sulfureten verbundenes Arsen und Antimon; erdige Gangarten und Zuschläge, dann die kieseligen Schlacken, welche Silicate von Kalk- und Thonerde und von Eisenoxydul sind und Kupferkörner enthalten; reiche Schlacken, welche weniger Kieselerde als die vorhergehenden enthalten und deren Basen hauptsächlich Eisen- und Kupferoxydul sind.

Die Schlacken werden in ziemlich großen Stücken, die andern Materialien in Schliechform eingetragen. Der Ofen ist im Moment des Chargirens sehr heiß und die Temperatur des Steins steigt sehr schnell. Anfänglich wird nur wenig Schwefel destillirt, wenn man ungeröstete kiesige Erze einladet; er wirkt als Reductions- und als Schwefelungsmittel auf einen Theil der Oxyde. Diese Wirkung ist fast die einzige, welche vor dem Schmelzen der Schlacken statt finden kann, weil Oxyde und Sulfurete nicht in genauer Berührung mit einander stehen.

In dem Maß als die zum großen Theil auf der Oberfläche befindlichen Schlacken weich werden und Schmelzen, absorbiren sie die Zuschläge, die erdigen Substanzen und die Metalloxyde; die Sulfate werden unter Entwickelung von schweflichter Säure zersetzt, die ganze Masse wird teigig und die chemischen Reactionen können beginnen.

Die Eisen- und die Kupfersulfurete wirken als Reductionsmittel auf das Eisen- und auf das Kupferoxyd, seien sie nun noch frei oder mit der Kieselerde verbunden.

Die Wirkung des Kupfersulfurets ist geringer und minder wichtig als

die des Eisensulfurets, zuvörderst weil das letztere in größerer Menge vorhanden ist und hauptsächlich weil es die Kupfersilicate, selbst bei einem Ueberschuß von Kieselerde zersetzt, während das Schwefelkupfer nur auf die freien Oxyde und auf die basischen Silicate einwirken.

Die Reactionsproducte beider Sulfurete sind sehr verschieden: die Reaction des Kupfersulfurets auf die freien Oxyde giebt schweflichte Säure, Eisen- und Kupferoxydul, die des Eisensulfurets auf die Silicate erzeugt Kupfersulfuret und Eisenoxydulsilicat.

Diese Wirkungen dauern fort, bis daß die Materialien so flüssig geworden sind, um sich scharf von einander abscheiden zu können; auf der Herdsohle vereinigen sich Schwefeleisen und Schwefelkupfer im Ueberschuß. Sie bilden einen Stein, welcher das von der Reaction des Schwefelkupfers auf das freie Oxyd herrührende metallische Kupfer absorbirt. Darüber befindet sich die Schlacke, in welcher ein Theil des Schwefeleisens aufgelöst oder mechanisch vertheilt ist. Seine Einwirkung auf das Kupfersilicat kann daher nach der hinlänglich scharfen Trennung des Steins von der Schlacke fortdauern. Ehe abgestochen wird, muß man warten, bis diese Wirkung ganz erschöpft, d. h. bis alles Kupfersilicat zersetzt ist.

Das Zinn theilt sich bei diesen Reactionen zwischen dem Stein und den Schlacken, wogegen aber Arsen und Antimon fast ganz in den Stein übergehen.

Das Zinnoxyd verbindet sich mit der Kieselerde; es wird alsdann nur zum Theil durch Schwefelkupfer und Schwefeleisen in den Zustand des Schwefelzinnes zurückgeführt. Die sehr große Verwandtschaft der Kieselerde für das Zinnoxydul widersetzt sich einer vollständigen Zersetzung des Silicates.

Die Arseniate und Antimoniate werden durch die viel Kieselerde und Schwefelmetalle enthaltenden Silicate fast vollständig zersetzt, und geben Kupfer-Arseniate und Antimoniate, welche in den Stein übergehen. Die Verbindungen des Arsens und Antimons mit dem Schwefel, Eisen und Kupfer, welche in dem gerösteten Erz vorhanden sind, können auf die Eisen- und Kupferoxyde der Silicate wirken; allein da die Verwandtschaft für den Sauerstoff des Eisens und Schwefels größer als die des Arsens, Antimons und Kupfers ist, so finden sich diese drei Körper gänzlich im Stein wieder.

Diese chemischen Betrachtungen führen auf die nachstehenden Folgerungen:

1) Bei dem Rohschmelzen oder bei der Darstellung des Rohsteins im Flammofen sind die Eisen- und Kupfersulfurete, die in den gerösteten Erzen vorhanden sind, oder durch die der Beschickung zugesetzten nicht gerösteten Erze hineingekommen sind, die wirklichen und einzigen Agentien der Reduction des Kupferoxyds in der zu Gute zu machenden Beschickung. Man kann eine sehr arme Schlacke darstellen, mit der gar kein Kupferoxyd verbunden ist, wenn man der Charge eine zweckmäßige Menge von kiesigen Erzen zuschlägt, oder wenn man Erze verschmilzt, deren Röstung nicht sehr weit getrieben ist.

2) Sind die Sulfurete nicht in hinreichender Menge vorhanden, so kann der entstandene Stein nicht das gesammte Kupfer, welches durch die Einwirkung des Schwefelkupfers auf das Kupferoxyd in den metallischen Zustand zurückgeführt worden ist; [illegible] nicht allein Stein, sondern auch Schwarzkupfer. Da in di[illegible] Sulfurete nicht im Ueber-



schuß vorhanden sind, so ist es wahrscheinlich, daß das ganze Kupferoxyd in den Schlacken nicht zersetzt wird. Erhält man bei dem ersten Schmelzen ein wesentliches Verhältniß von Schwarzkupfer, so ist sein Vorhandensein ein Beweis, daß die Sulfurete in zu geringer Menge in der Charge vorhanden sind. Man kann alsdann überzeugt sein, daß die Schlacke noch Kupferoxydul enthält; es muß alsdann bei der Verhüttung ein besonderer Prozeß zur Entkupferung der Schlacken hinzugefügt werden.

Man muß daher bei dem ersten oder Rohschmelzen eine bedeutende Schwarzkupferbildung zu vermeiden suchen, selbst dann, wenn die Erze Arsen und Antimon nicht enthalten. Den Vortheil, den die Darstellung des Schwarzkupfers beim ersten Schmelzen haben könnte, wird dadurch wieder aufgehoben, daß man die reichen Schlacken besonders durchsetzen muß. Bei unreinen Erzen, wie sie die meisten Hütten zu Gute machen müssen, ist die Vermeidung der Schwarzkupferproduction bei diesem ersten Schmelzen von Wichtigkeit; denn Arsen, Antimon und Zinn, welche nach dem Röften bleiben und sich nach dem Schmelzen in dem Stein wieder finden, würden, wegen der sehr großen Verwandtschaft des Kupfers für diese drei Körper und wegen der größern Dichtigkeit ihrer Legirungen, in das Schwarzkupfer übergehen. Das dargestellte Kupfer würde zu unrein sein, um nach dem Gaarmachen in den Handel kommen zu können; es würde fast verloren sein. Man darf daher nur etwas Schwarzkupfer als Mittel zur Reinigung des Steins, bei der Zugutemachung sehr unreiner Erze, erzeugen, eine Reinigung, welche durch einen wesentlichen Kupferverlust erlangt wird. Der Verlust hat zwei Ursachen: das Schwarzkupfer, welches sich nicht vortheilhaft benutzen läßt und das in den Schlacken zurückbleibende Kupferoxyd.

3) Der Prozeß kann nicht zur Vertreibung der der Qualität des Kupfers nachtheiligen Körper dienen; nur ein Theil des Zinnes kann verschlackt werden. Dagegen wird fast alles in der Charge enthaltene Arsen und Antimon in den Stein zurückbleiben.

Das Roh- oder Steinschmelzen hat den einzigen Zweck in einem an Kupfer reichen Schwefelmetall den ganzen in dem Erze und in den, gleichzeitig mit eingetragenen verschiedenen andern Substanzen enthaltenen Metallgehalt zu concentriren und die erdigen Gangarten, so wie das durch die Röstung erzeugte Eisenoxyd als arme oder reine Schlacken abzuscheiden.

Bemerkung. — Die reducirende Einwirkung der Schwefelmetalle kann durch die der Kohle nicht ersetzt werden, besonders bei der Zugutemachung unreiner Erze.

Es läßt sich wirklich annehmen, daß die Erze durch die Röstung fast gänzlich oxydirt worden sind und daß um der Unzulänglichkeit der Sulfurete zu Hülfe zu kommen, man der Charge etwas überschüssige Kohle zuschlägt.

Die Kohle kann nun vor der Schmelzung die metallischen Oxyde, die Arseniate und Antimoniate reduciren; allein sie hat keinen Einfluß auf die in Stücken eingetragene Schlacke. Nach der Schmelzung schwimmt sie, wegen ihrer geringen Dichtigkeit auf der Oberfläche und kann alsdann nicht mehr als Reductionsmittel wirken. Sie kann daher die Sulfurete, welche zur Zersetzung der Kupferoxyde in den eingetragenen Silicaten und zur Reinigung der hervorgebrachten Schlacken von den Metallen unersetzlich sind, nur zum Theil ersetzen.

Damit die Kohle das Kupferoxyd in den gerösteten Erzen, vor der Schmelzung vollständig reducirt, muß das Reductionsmittel überschüssig vor-

handen sein. In diesem Fall wirkt es zu stark auf das Eisenoxyd und erzeugt eine gewisse Menge metallisches Eisen; es zersetzt das Zinnoxyd, die Arseniate und Antimoniate vollständig.

Da nur wenig Schwefelverbindungen vorhanden sind, so entsteht kein Stein oder nur höchstens eine geringe Menge. Man erhält hauptsächlich Schwarzkupfer, welches viel Eisen und das ganze Zinn, so wie das Antimon und Arsen der Charge enthält.

Wendet man einen geringern Ueberschuß von Kohle an und überläßt man den Sulfureten einen größern Theil der zu reducirenden Reactionen, so erhält man kein günstiges Resultat. Es wird nur wenig Stein fallen, so daß er das Kupfer nicht in hinreichender Menge aufnehmen wird und es wird dieses durch die Kohle und die Einwirkung des Kupfersulfurets, in den metallischen Zustand zurückgeführt werden. Man wird stets Schwarzkupfer erhalten, in welchem sich der größte Theil des Arsens, des Antimons und des Zinnes, welches in der Charge enthalten war, concentrirt hat.

Eben so kann reine Schlacke nicht durch Kohle allein erlangt werden, sondern man kann die letztern bei der Zugutemachung armer Erze weder in zu geringem Verhältniß, noch im Ueberschuß anwenden. Die reducirende Wirkung der Schwefelmetalle kann allein reine oder arme Schlacken veranlassen, alles Eisenoxyd verschlacken und alles Kupfer in einen Stein bringen.

Besondere Fälle. — Mit sehr reinen Erzen, die keine wesentliche Arsen-, Antimon- und Zinnmenge enthalten, kann man beim ersten Schmelzen das gesammte Kupfer als Schwarzkupfer und zu gleicher Zeit so reine Schlacken darstellen, daß sie weggestürzt werden können. Um dieses Resultat zu erlangen, muß die Röstung so weit als möglich getrieben werden und es muß in dem gerösteten Erze nur eine geringe Menge von Sulfureten und Sulfaten bleiben. Beim Schmelzen muß den gerösteten Erzen etwas Kohlen eingemengt werden. Man treibt alsdann, wie schon oben bemerkt, die Arbeit bis zur vollständigen Schmelzung; in diesem Augenblick enthält der Ofen Schwarzkupfer, welches sehr wenig Eisen und Schwefel enthält, so wie eine Schlacke mit bedeutendem Kupferoxydgehalt. Man entkupfert die Schlacke in dem Ofen selbst, indem man Eisenstäbe darauf einwirken läßt, die gänzlich in der Schlacke stecken, mit dem Schwarzkupfer aber in durchaus keiner Berührung stehen. Das metallische Eisen reducirt das Kupferoxydul sehr schnell ohne das, bereits unter der Schlacke gesammelte, Schwarzkupfer eisenreicher zu machen.

Dritter Prozeß. — Röstung des Roh- oder Bronzesteins. — Der im Wasser graunlirte oder — wie es neuerlich fast überall geschieht — zermahlene Stein wird in einem Flammofen geröstet, der dieselbe Einrichtung wie der Steinröstofen hat. Die Oxydation wird langsam und bei niedriger Einwirkung eines geringen Ueberschusses von Luft geführt, während zuletzt lebhaft gefeuert wird.

Die Reactionen sind fast dieselben, als die weiter oben auseinandergesetzten. Während des ersten Theils der Röstung werden schweflichte Säure, Eisen- und Kupferoxyd, so wie auch Sulfate gebildet; letztere werden durch die Erhöhung der Temperatur am Schluß fast gänzlich zersetzt.

Das Zinn geht in den Zustand des Oxyds über und bleibt gänzlich in den Producten des Prozesses: Arsen und Antimon werden zum Theil als arsenigte Säure und A[illegible] vertrieben. In dem gerösteten Stein bleibt eine gewisse Men[illegible]n und Antimoniaten zurück; dieß

Verhältniß ist um so geringer je länger die erste Periode des Prozesses dauert und je aufmerksamer man auf die Verminderung der Menge auf die Herdsohle strömender atmosphärischer Luft ist, in dem Maß als die Oxydation des Schwefels vorschreitet.

Es darf der ganze Schwefel nicht verbrannt werden, da der folgende Prozeß noch einen Stein geben muß; dennoch ist es sehr wichtig, die Oxydationsperiode zu verlängern, um eine größere Menge von den beiden schädlichen Körpern Arsen und Antimon zu verflüchtigen. Dieß ist dann möglich, wenn man eine hinreichende Menge reicher und sehr reiner geschwefelter Erze zur Hand hat; man kann sie beim zweiten Schmelzen mit dem vollständiger gerösteten Stein vermengen. Sie ersetzen die Sulfurete, die man in den Hütten, welche keine geschwefelten Erze erlangen können, in dem Stein lassen muß.

Der Grad des Fortschreitens der Röstung des ersten Steins hängt daher sowohl von der Beschaffenheit der Erze, welche in das erste Schmelzen gelangen, als auch von dem Verhältniß der sehr reinen geschwefelten Erze ab, welche man bei dem folgenden Schmelzen zuschlagen kann.

Vierter Prozeß. — Zweites Steinschmelzen. — Die Einrichtung des Ofens ist fast dieselbe wie bei dem zweiten Prozeß, allein der erlangte Stein wird weder im Wasser abgestochen, um graunlirt zu werden, noch in einem im Sande der Hüttensohle gebildeten Sumpf, um zermahlen zu werden, sondern sticht den Concentrationsstein in eine Reihe von Sandformen, welche eine prismatische Gestalt haben, ab.

Betrieb. — Die Charge des Ofens besteht: aus dem gerösteten Stein, — welcher — wenn es thunlich ist — mit einer geringen Menge an Kupfer reicher und an Arsen und Antimon reiner geschwefelter Erze beschickt wird; aus kieseligen Schlacken vom ersten Schmelzen und zwar in solcher Menge, daß dadurch das ganze Eisenoxyd des gerösteten Steins verschlackt werden kann; aus den kupferhaltigen Resten von Oefen und Herdsohlen; aus den reichsten und von Antimon, Arsen und Zinn möglichst reinsten Schlacken von den beiden vorhergehenden Prozessen.

Man schlägt diesem Schmelzen auch die oxydirten Erze, den Kupferhammerschlag ꝛc. zu, welche von der Hütte unter der Bedingung angekauft werden können, daß sie weder Arsen noch Antimon enthalten; sind sie nicht rein, so müssen sie zum ersten Steinschmelzen kommen.

Man feuert lebhaft bis zur vollständigen Schmelzung der Schlacken und des Steins und öffnet alsdann das Stichloch. Der Stein fließt zuerst heraus und in die Formen. Die Schlacke fließt hinterher, zuvörderst in die noch nicht gefüllten Formen und dann auf die Hüttensohle.

Die Schlacke ist noch hinreichend kupferhaltig, welches sowohl als Oxydul, als auch in Steinkörnern darin vorhanden ist; sie kommen ganz und gar zum ersten Schmelzen.

Der Stein darf nur wenig Schwefeleisen enthalten; er enthält gewöhnlich mehr als 60 Proc. Kupfer und 21 bis 22 Proc. Schwefel.

In den Hütten, welche hinreichend reine Erze zu Gute machen, sucht man nicht allein Stein, sondern auch Schwarzkupfer zu erhalten; in diesem ausnahmsweisen Fall kann der Stein mit dem vom ersten Schmelzen vereinigt werden, während das Schwarzkupfer zum Gaarmachen gelangt.

Enthalten die Erze etwas viel Arsen und Antimon, so vermeidet man die Production von Schwarzkupfer beim Schmelzen, weil es zu unrein sein würde

Bei einer allgemeinen Darstellung der Prozesse ist es jedenfalls am zweckmäßigsten den gewöhnlichsten Fall, d. h. den der Zugutemachung ziemlich unreiner Erze zu betrachten; das zweite Schmelzen muß nur einen reichen Stein gewinnen.

Reactionen. — Die kieseligen Schlacken schmelzen und absorbiren nach und nach die metallischen Oxyde, die kupferhaltigen Ziegelsteinbruchstücke und den ebenfalls kupferhaltigen Sand der Herdsohle, so wie auch die Gangarten der zugesetzten Erze. Die dabei erfolgenden Silicate bleiben lange genug im teigigen Zustande und in Berührung mit den Sulfureten; diese letztern wirken fast auf dieselbe Weise auf die Oxyde, wie schon bei dem zweiten Prozeß bemerkt worden. Der Unterschied liegt nur in den Verhältnissen der beiden Sulfurete; das letztere enthält mehr Kupfer. Die Entwickelung der schweflichten Säuren und der Absatz des metallischen Kupfers, haben eine größere Wichtigkeit, als bei dem ersten Schmelzen.

Das Schwefeleisen reinigt die Schlacke von Kupfer und liefert dem neuen Stein den Schwefel, während das Schwefelkupfer, welches als Reductionsmittel des freien oder mit den basischen Silicaten verbundenen Kupferoxydes wirkt, nur metallisches Kupfer geben kann.

Das Verhältniß des Schwefeleisens muß daher durch die Erfahrung der Art regulirt werden, daß der Prozeß das verlangte Product giebt d. h. Schwarzkupfer und reichen Stein, wenn reine, und nur einen reichen Stein, wenn unreine Erze zu Gute gemacht werden.

Man kann das Verhältniß des Schwefeleisens auf zweierlei verschiedene Weise reguliren: durch die mehr oder weniger weit getriebene Röstung des Steins, oder durch die Auswahl der geschwefelten, beim Schmelzen zugeschlagenen Erze. Das letztere Mittel ist das sicherste und für den Hüttenbeamten bequemste, denn das erste hängt fast gänzlich von der Geschicklichkeit und Sorgfalt des Arbeiters ab.

Producte. — Der erzeugte Stein muß ein geringes Verhältniß von Schwefeleisen enthalten; er hält eine veränderliche Menge von metallischem Kupfer aufgelöst, welche sich zuweilen während der Abkühlung abscheidet. Man findet es alsdann in nierenförmigen Stücken, in der Gestalt kleiner nadelförmiger Krystalle.

Die Schlacke besteht hauptsächlich aus Eisenoxydul-Silicat und ist sehr flüssig; sie enthält eine geringe Menge von Kupferoxydul, wenn das Schwefeleisen bis zu Ende hat wirken können und sich folglich in der Charge in zu großer Menge befand. War dagegen das Verhältniß des Schwefeleisens zu gering, so muß die Schlacke viel Kupferoxydul aufnehmen. Der Kupfergehalt der Schlacke steht daher im Verhältniß mit der Beschaffenheit der erhaltenen Producte; wird der Prozeß so geleitet, daß nur Stein entsteht, so ist die Schlacke rein; erhält man aber Schwarzkupfer, so ist sie unreiner.

Das Arsen, das Antimon und das Zinn gehen, aus schon weiter oben aus einander gesetzten Gründen, fast gänzlich in den Stein ein; die Schlacke kann nur wenig Zinnoxyd aufnehmen, so wie sie auch stets nur wenig Arsen und Antimon zu enthalten im Stande ist.

Es geht daraus die Nothwendigkeit hervor, kein von dem Stein getrenntes Schwarzkupfer darzustellen, sobald man unreine Erze zu Gute macht; denn es würde sich mit diesem Kupfer ein bedeutender Theil von dem Arsen, Antimon und Zinn ver[illegible] Der Zweck dieses zweiten Schmel-

zens ist daher der, in dem allgemeinen Fall sehr unreiner Erze, das bei der Steinröstung erzeugte Eisenoxyd zu verschlacken und das Kupfer in einem neuen, sehr reichen Stein zu concentriren, der nur wenig Eisen enthalten und auf dem man eine oxydirende Wirkung anwenden kann, welche Aehnlichkeit mit dem Rösten hat und die allein einen Theil des Arsens und Antimons vertreiben kann.

Bei sehr unreinen Erzen muß man eine geringe Menge von Schwarzkupfer zu gewinnen suchen, welches aus dem Stein einen großen Theil des Arsens, Antimons und Zinns aufnimmt. Dieses Schwarzkupfer oder vielmehr diese verwickelte Legirung kann nur einen sehr geringen Handelswerth haben, ja man muß das darin enthaltene Kupfer für verloren ansehen. Als Gewinn für diesen Verlust erhält man eine bedeutende Reinigung des Steins und folglich einen größern Handelswerth des daraus gewonnenen Kupfers.

In Beziehung auf die Schlacken muß noch eine sehr wichtige Bemerkung gemacht werden. Das Kupferoxyd, die Arseniate und die Antimoniate, welche sie zu Anfang der Schmelzung enthalten, werden während der teigigen Schmelzperiode großentheils von den Kupfer- und Eisensulfureten zersetzt. Wenn Schlacken und Stein hinreichend flüssig geworden sind, um sich trennen zu können, so wird das Schwefeleisen das Hauptagens für die Entkupferung der Schlacken. Wenn es daher nicht in genügender Menge vorhanden ist, um das Kupferoxydul vollständig zu zersetzen, so kann es noch viel weniger auf die Antimon- und Zinnoxyde einwirken, welches die Schlacken eben so fest zurückhalten als das Kupferoxydul. Man kann daher eine gewisse Menge von Antimon und Zinn unter der Bedingung in den Schlacken lassen, daß nicht alles Kupfer gefällt wird.

Jedoch darf dieses Mittel zur Reinigung des Steins nur bei der Zugutemachung sehr unreiner Erze angewendet werden. Es fallen zu viel Schlacken um den Kupfergehalt verloren geben zu können; man muß sie beim ersten Schmelzen wieder mit durchgehen lassen und von diesem ab führt man das Kupfer, Zinn und Antimon, welches die Schlacken enthalten, durch die Reihe der Prozesse. Man hat daher ein sehr wesentliches Interesse, daß die Schlacken so wenig als möglich von diesen drei Körpern enthalten.

In Beziehung auf den Kupfergehalt der Schlacken ist bis jetzt nur von dem, mit der Kieselerde verbundenen Oxydul die Rede gewesen. Sie enthalten aber auch Steinkörner, die einen so klein, daß man sie nicht wahrnehmen kann, die andern von oft sehr bedeutenden Dimensionen. Ihr Verhältniß hängt größtentheils von der Sorgfalt und Geschicklichkeit der Arbeiter bei der Leitung der Arbeit, so wie auch von dem Grade der Flüssigkeit ab, den die Schlacken in Folge der Zusammensetzung der Beschickung haben können.

Fünfter Prozeß. — Röstschmelzen des Steins. — Einrichtung der Oefen. — Das Röstschmelzen des Steins wird in einem großen Flammofen mit einem sehr tiefen Feuerraum bewirkt; derselbe ist mit zwei Thüren versehen, von denen die zum Einbringen der Chargen, an der Seite, die andere, zum Arbeiten im Herde unter dem Fuchs angebracht ist. Das Abstichloch für das rohe Kupfer befindet sich unter der Seitenthür.

Im Winkel der Brücke ist, wie bei den Röstöfen, eine Oeffnung zum Einströmen von Luft angebracht.

Betrieb. — Der Stein hat die Form sehr dicker Brode von 100 bis 150 Kilogrm. Gewicht; man trägt sie, mit Sorgfalt, durch die Seitenthür auf den Herd; es werden eine oder zwei Tonnen chargirt.

Das Chargiren erfordert viel Zeit und kühlt den Ofen sehr ab. Anfänglich verschließt man alle Thüren und verschmiert sie, und bringt die Charge bald zur Rothgluth, in welcher der Stein schmilzt. Wenn dieser Punct erreicht ist, öffnet man die Seitenthür und feuert der Art, um alle Brode langsam in Fluß zu bringen.

Der auf der Herdsohle in teigartigem Zustande vereinigte Stein ist nun das Zeichen, daß man das Feuer abgehen lassen kann, wobei man jedoch die Oeffnung zum Einströmen der äußern Luft offen erhält. Die Entwicklung des schwefligsauren Gases, welche von den Reactionen des Sulfurets auf das Kupferoxyd herrührt, hebt die teigartige Masse und ertheilt ihr ein schwammartiges Ansehen.

Wenn die Temperatur bis unter die Rothglühhitze vermindert und der Stein hart geworden ist, so feuert man den Ofen nach und nach wieder an, bis daß die Masse wiederum teigartig geworden ist. Man fährt mit dieser Reihe von langsamen Schmelzungen und Abkühlungen so lange fort, bis daß die Oxydation hinreichend vorgeschritten ist.

Man verschließt alsdann die Seitenöffnung und steigert die Feuerung bis daß alle Materialien in ruhigen Fluß gekommen sind. Auf der Herdsohle befinden sich sodann zwei Producte: eine sehr kupferreiche Schlacke und Rohkupfer von hinlänglicher Reinheit, um zum Gaarmachen und Raffiniren zu gelangen.

Man nimmt die Schlacken durch die am Ende des Ofens befindliche Thür mit einer Kratze weg und läßt das Kupfer in Sandform von prismatischer Gestalt ablaufen.

Chemische Reactionen. — Der einem Röstschmelzen unterworfene Stein enthält hauptsächlich Kupfer und Schwefel; der Gehalt beträgt 65 bis 66 Proc. Kupfer und 21 bis 22 Proc. Schwefel. Eisen, hauptsächlich Zinn, Arsen und Antimon kommen in sehr veränderlichen Verhältnissen vor, je nach der Beschaffenheit der zu Gute gemachten Erze, jedoch stets in geringen Mengen.

Der Zweck des Prozesses ist die Entfernung vom größten Theile des Schwefels, Arsens und Antimons, die Verschlackung des Eisens und Zinnes, wobei fast das ganze Kupfer in metallischem Zustande erhalten wird.

Die erste Periode ist eine langsame Schmelzung, während welcher die Steintropfen durch die in den Ofen durch die Oeffnung der Feuerbrücke eingeführte Luft fallen.

Die Berührung mit dem Sauerstoff der verschiedenen in dem Körper enthaltenen Substanzen ist nicht genau; denn die Wirkung kann nur an der Oberfläche der Tropfen erfolgen. Es bildet sich nur ein sehr geringes Verhältniß von Arseniaten und Antimoniaten; ein Theil Schwefel, Arsen und Antimon wird als schweflichte und arsenichte Säure und als Antimonoxyd verflüchtigt; ein Theil von dem Eisen, Kupfer und Zinn wird oxydirt.

Sobald die Schmelzung vollendet ist, enthält die auf der Herdsohle befindliche teigartige Masse ein [illegible] von Oxyden und Sulfure-

ten, zwischen denen sehr lebhafte Reactionen statt finden, welche während der Abkühlungsperiode entstehen.

Die hauptsächliche Einwirkung ist die des Kupferoxydules; denn das Kupfer und der Schwefel gehören zur Zusammensetzung des Steins und zwar in einer weit größeren Menge als alle anderen Körper. Diese Einwirkung dient dazu einen großen Theil des Kupfers zu reduciren, indem derselbe während der Schmelzung oxydirt war; zu gleicher Zeit aber auch einen neuen Theil des Schwefels in schweflichte Säure zu verwandeln. Die Entwickelung des Gases, welches die Substanz während der Abkühlung durchdringt, ertheilt ihr die erforderliche Porosität zur weitern Oxydation.

Da das Schwefeleisen und das Schwefelzinn zu gleicher Zeit auf das Kupferoxydul, auf die Arseniate und Antimoniate einwirken, so veranlassen sie die Bildung von Eisen- und Zinnoxyden; zu gleicher Zeit aber auch Verbindungen von Arsen, Antimon und Schwefel mit dem Kupfer.

Es wird demnach während dieser Periode der Abkühlung oder der Reaction ein Theil des Schwefels vertrieben, ein Theil des Eisens und Zinnes oxydirt; der größte Theil des Kupferoxduls und der oxydischen Verbindungen des Arsen und Antimon, die während der ersten Periode gebildet worden sind, wird zersetzt und reducirt, entweder als Legirungen oder als Schwefelmetalle, welche in der erstarrten Masse vertheilt bleiben.

Während der zweiten Periode des Feuerns kann die Luft in Folge der porösen Beschaffenheit der zu verarbeitenden Substanzen noch sehr leicht einwirken und die oxydirende Einwirkung kann nie während der ersten Periode statt finden.

Es muß diese Reihe von Prozessen in dem Maß wiederholt werden, als das Verhältniß der Sulfurete noch bedeutend genug ist, so daß dieselben auf die Oxyde nach der letzten Periode reagiren können.

Die Kupfer-, Eisen- und Zinnoxyde werden nach und nach durch die Kieselerde verschlackt, welche von den Wänden und von dem Herde des Ofens und von dem Sande, der an den chargirten Steinblöcken hängen geblieben ist, herrührt. Mit diesen nothwendig sehr basischen Schlacken vereinigen sich die noch unzersetzten Arseniate und Antimoniate.

Die bei dem Röstschmelzen fallenden Schlacken sind daher sehr kupferreich und enthalten zu gleicher Zeit ein nicht unbedeutendes Verhältniß von Zinn, Arsen und Antimon, sobald man unreine Erze zu Gute macht.

Das Rohkupfer fällt um so reiner von nachtheiligen Körpern aus, je öfter man die Oxydations- und Reactionsperioden wiederholen kann, d. h. je mehr Schwefel der Stein im Verhältniß zum Eisen, Zinn, Arsen und Antimon enthält.

Man muß daher eine große Wichtigkeit damit verbinden, daß die vier erstern Prozesse der Art geleitet werden, daß in dem Stein um so mehr Schwefel bleibt, als die zu verarbeitenden Erze unreiner sind.

Man könnte aus einem sehr arsen- und antimonhaltigen Stein ein sehr reines Rohkupfer darstellen, wenn man das Röstschmelzen in zwei verschiedene Prozesse theilt, welche beide auf dieselbe Weise vorgenommen werden, wie der vorliegend beschriebene.

Das Rohkupfer von dem ersten Prozeß müßte alsdann in Sandformen auf sehr reine geschwefelte Erze abgestochen werden. Man würde auf diese Weise dem Kupfer ein solches Verhältniß vom Schwefel mittheilen, daß das zweite Röstschmelzen sehr zweckmäßig sein müßte.

Blende und Bleiglanz. — Wir haben in dem Gesagten das Vorhandensein von Blende und Bleiglanz in den Erzen gänzlich unberücksichtigt gelassen; das Zink verhält sich bei den Röstungen, den Schmelzungen auf Stein und dem Röstschmelzen fast wie Eisen; es kann von dem Kupfer nur durch Verschlackung abgeschieden werden, während sich nur ein geringer Theil verflüchtigt. Die Blende macht der Zugutemachung, sobald die Erze viel davon enthalten, große Schwierigkeiten, weil das Sulfuret und das Oxyd dem Stein und der Schlacke die Flüssigkeit nehmen.

Blei verhält sich wie Kupfer, jedoch sind Bleiglanz und Blei an und für sich so flüchtig, daß ein großer Theil davon bei den successiven Prozessen eliminirt wird. Jedoch findet man in den Rohkupfer nur sehr wenig von dem Bleigehalt der Erze.

Es findet übrigens keine Verwandtschaft zwischen beiden Metallen statt, und es sucht sich das Blei im Verhältniß seiner größern Dichtigkeit abzuscheiden; auch entzieht es dem Kupfer einen sehr wesentlichen Theil von dem Antimon. Man kann daher das Vorkommen von Bleiglanz in den Kupfererzen eher als nützlich wie schädlich ansehen; vorausgesetzt, daß die Menge nicht zu bedeutend ist.

Bei gewissen kiesigen Erzen ist der Bleiglanz silberhaltig und der Silbergehalt bedeutend genug um ihn zu gewinnen. Es wird dadurch eine sehr bedeutende Verwicklung der Hüttenprozesse veranlaßt und es hat bis jetzt noch kein recht zweckmäßiges Verfahren aufgefunden werden können; bei allen vorgeschlagenen und versuchten sind die Kosten, so wie die Verluste an Kupfer und Silber, sehr bedeutend.

Wir kommen auf diese Schwierigkeiten bei der Beschreibung der Mansfelder Prozesse weiter unten, so wie bei der Zugutemachung der Bleierze in den Oberharzer Hütten in einem folgenden Bande zurück.

Sechster Prozeß. — Das Gaarmachen und Raffiniren. — Einrichtung des Ofens. — Der Ofen, in welchem beide Prozesse nach und nach ausgeführt werden, hat dieselbe Einrichtung wie der zum Röstschmelzen angewendete; seine Dimensionen sind bedeutender, da man eine möglichst bedeutende Menge von Rohkupfer gaar zu machen sucht; in manchen Hütten trägt man bis 8 Tonnen auf einmal ein. Die Oeffnung in der Oeffnung der Feuerbrücke zur Einführung von äußerer Luft ist nicht unerläßlich.

Betrieb. — Die Rohkupferbleche werden durch die Seitenthüre auf die Herdsohle aufgetragen und der Art an einander gereiht, daß die Flamme zu allen Theilen des Ofens gelangen kann.

Sobald das Chargiren vollendet ist, verschließt man die Thüren und feuert sehr lebhaft bis zu dem Augenblick, in welchem das Kupfer zu schmelzen beginnt. Man vermindert alsdann den Zug und läßt die zur Oxydation nothwendige Luft in den Ofen strömen, wobei die Steinkohlen, welche die Einladeöffnung des Ofens verschließen, erniedrigt werden. Ist die ganze Charge niedergeschmolzen, so bilden sich auf der Oberfläche des flüssigen Kupfers Gekrätz und Schlacken, welche einen Theil der während der langsamen Schmelzung gebildeten Oxyde aufnehmen. Man nimmt sie mit einem Krahl durch die Thür am Ende des Ofens weg und erhält die oxydirende Wirkung der Flammen auf die Metalloberfläche, bis daß ein kleiner Ueberschuß von Oxydul gebildet worden ist, der in dem Kupfer aufgelöst bleibt. Sein Vorhandensein [illegible] Dauer in dem geschmolzenen

Metall sind ein Zeichen, daß die fremdartigen Substanzen fast gänzlich abgeschieden sind. Man führt alsdann die Raffinirung fast auf dieselbe Weise aus, wie weiter oben (S. 36) bei der Hütte zu Détroit angegeben worden ist. Sobald das Kupfer zu dem gehörigen Grad der Reinheit gelangt ist, d. h., daß es weder Oxydul noch Carburet in wesentlichen Mengen enthält, schöpft man das raffinirte Kupfer mittelst Kellen in Formen aus.

Reactionen. — Das Rohkupfer enthält eine größere oder geringere Menge von Eisen, Schwefel, Zink, Zinn, Arsen und Antimon; man darf annehmen, daß sein Gehalt an reinem Kupfer 93—96 Proc. beträgt, vorausgesetzt, daß die vorhergehenden Prozesse mit der gehörigen Intelligenz geleitet worden sind.

Die erste Periode des Gaarmachens ist eine sehr langsame Schmelzung in einer wesentlich oxydirenden Atmosphäre; es muß sich etwas Schwefel, Arsen und Antimon, als schweflichte und arsenichte Säuren und als Antimonoxyd entwickeln. Es entstehen zu gleicher Zeit Oxyde von allen Metallen, allein die hauptsächlichste Wirkung ist die Oxydation des Kupfers, welche weit bedeutender als bei den übrigen Körpern enthalten ist und dadurch ihre Berührung mit den Sauerstoffgehalt der Flamme verhindert. Eine wesentliche Reinigung des Kupfers findet in dieser ersten Periode nicht statt.

Wenn alle Kupferblöcke eingeschmolzen sind, so enthält die Metallmasse auf der Herdsohle ein sehr inniges Gemenge des unreinen Kupfers mit den während der Schmelzung des Kupfers gebildeten Oxyden. Das Kupferoxydul wirkt sehr energisch auf die beiden Metalle, Zink und Eisen und oxydirt dieselben; Schwefel, Arsen und Antimon, mit denen diese beiden Theile verbunden waren, bleiben in dem Kupfer zurück. Die mit dem Kupfer verbundenen Zinn, Arsen und Antimon werden ebenfalls oxydirt, jedoch nur theilweis, weil sie das Kupferoxydul nicht mit derselben Leichtigkeit zersetzen wie Eisen und Zink.

Die Oxyde sammeln sich auf der Oberfläche des Metallbades, in Gestalt von Gekrätz und Schlacken; die Kieselerde kommt von der Herdsohle und von den Wänden des Ofens, so wie auch von den an den Kupferblöcken hängenden Sande.

Wenn die Schlacken weggenommen worden sind, so dauert die Oxydation auf der Oberfläche des Kupfers fort; das entstandene Oxydul löst sich auf und vollendet die Oxydation des Eisens und Zinks. Wenn nun endlich diese beiden Metalle gänzlich verschlackt sind, so wird das Verhältniß des aufgelösten Kupferoxyduls bedeutend genug, so daß eine Reaction zwischen dem Oxydul und dem Sulfuret entstehen kann, wodurch der Schwefel als schweflichte Säure entwickelt wird.

Nach der Entfernung der Schlacken erkennt der Gaarmacher, daß der Prozeß fast beendigt ist. Arsen, Antimon und Zinn werden nur sehr langsam durch das Kupferoxydul oxydirt und ihre Verwandtschaft für das Metall, welche größer als für den Sauerstoff ist, verhindert ihre Oxydation. Man müßte fast das gesammte Kupfer in den Zustand des Oxyduls übergehen lassen, um das Zinn, Arsen und Antimon vollständig verschlacken zu können.

Man entfernt daher durch das Gaarmachen das Eisen, Zink und Schwefel, wogegen es zur wesentlichen Reinigung vom Arsen, Antimon und Zinn nicht hinreichend ist. Gegen das Ende des Gaarmachens, nach dem

Aufkochen, welches die Oxydation des Schwefels anzeigt, setzt man in einigen Hütten etwas metallisches Blei zu; dadurch wird aus dem Kupfer ein Theil des Antimon und Zinns entfernt, es bildet mit ihnen eine schwere Legirung, welche sich sehr scharf von dem Kupfer abscheidet, auf den Herdboden fällt und sich in die Spalten desselben einzieht, oder in den kleinen Vertiefungen bleibt, welche seine Oberfläche stets zeigt. Das Blei ist ein Reinigungsmittel für zinn- und antimonhaltiges Kupfer, allein seine Einwirkung auf diese Substanzen ist nur eine theilweise.

Man läßt die oxydirende Einwirkung der Flamme auf das flüssige Metall noch einige Zeit nach dem Aufkochen fortdauern und unterbricht sie erst dann, wenn die mit einer Kelle ausgeschöpfte Probe dem Gaarmacher andeuten, daß das Metall ein sehr bedeutendes und steigendes Verhältniß von Kupferoxydul aufgelöst enthält.

Ist dieser Punct erreicht, so kann der Gaarmacher überzeugt sein, daß das Kupfer keine wahrnehmbare Menge von Eisen, Zink und Schwefel mehr enthält; jedoch kann das Metall noch Arsen, Antimon und Zinn enthalten, welche durch das Gaarmachen nicht entfernt werden können.

Das Raffiniren erfolgt ganz auf dieselbe Weise, wie weiter oben (S. 36) bei Zugutemachung des gediegenen Kupfers beschrieben worden ist.

Dieser Prozeß kann dem Metall keine von den schädlichen Substanzen entnehmen; ihr Vorhandensein verhindert den Gaarmacher oft den richtigen Zeitpunct für das Ablassen des Metalles zu erkennen, weil diese Substanzen dem Kupfer eine gelbere Farbe geben, bis auf einem gewissen Punct ähnlich der, welche das Kupfercarburet veranlaßt. Der Gaarmacher begeht daher leicht den Fehler, das Kupfer dann abzustechen, wenn es noch etwas Kohlenstoff enthält.

Allgemeine Betrachtungen über das vorhergehende Verfahren. — Alle Prozesse lassen sich nach der Beschaffenheit der zur Hütte kommenden Erze leicht modificiren und aus diesem Grunde ist der englische Kupferhüttenprozeß bei der Zugutemachung verschiedenartiger Erzsorten sehr zweckmäßig. So kann man z. B. sehr unreine Erze zur alleinigen Zugutemachung, z. B. Fahlerz, unter der Bedingung ankaufen, daß man sich eine entsprechende Menge kiesiger Erze zu verschaffen im Stande ist, welche einen Ueberschuß von Schwefelkies enthalten, kiesige und geschwefelte, reiche und reine Erze. Es sind dieß die Hauptgrundsätze bei der Versorgung der englischen Hütten mit Erzen, und diejenigen, welche die Concurrenz der Schmelzer beim Erzankauf veranlassen.

Das Gelingen eines jeden von den zahlreichen Prozessen hängt von der Geschicklichkeit und Intelligenz der Arbeiter ab; sie müssen ihre Arbeit stets dann verändern, sobald die Beschaffenheit und das Verhältniß der verschiedenen Erze ebenfalls verändert sind. Es würde daher große Schwierigkeiten haben, diese Prozesse in einem Lande einführen zu wollen, wo man nicht, wie in England, eine Arbeiter-Bevölkerung hat, welche in der Flammofenarbeit weniger geschickt und erfahren ist.

Der Steinkohlenverbrauch ist ein ungeheurer und man kann daher das Verfahren nur da anwenden, wo das miner[illegible]nnmaterial sehr wohlfeil ist, d. h. in der unmittelbaren Nach[illegible]s Steinkohlenbeckens.



§. 3.

Zugutemachung der kiesigen Erze in Schachtöfen.

Zur Erläuterung der zweiten Methode der Zugutemachung kiesiger Erze auf dem trocknen Wege, nehmen wir eine Reihe von Prozessen an, die in der Hütte zu Boston angewendet werden; es sind dieselben mit Ausnahme einiger geringer Veränderungen denjenigen entlehnt, welche seit Jahrhunderten in sehr vielen Hütten des europäischen Festlandes gebräuchlich waren und es noch sind. Man kann diese Zugutemachungsmethode die deutsche nennen.

Sie umfaßt fünf Prozesse, welche hier beschrieben werden sollen:

1) Die Röstung in großen Haufen und in freier Luft aller kiesiger Erze. — Man sucht so gut als thunlich die sehr viel Schwefelkies enthaltenden mit denjenigen Erzen zu vermengen, welche arsen- und antimonhaltig sind.

Die oxydischen, kohlensauren und geschwefelten Erze, sowohl reiche als arme, werden gewöhnlich für die folgenden Schmelzprozesse aufbewahrt.

Die Röstung ist stets sehr unvollkommen und wird sehr stark von den atmosphärischen Veränderungen beeinflußt.

2) Das Stein- oder Rohschmelzen im Schachtofen. — Das zu verwendende Brennmaterial kann in Cokes, in Holzkohlen oder selbst in Anthracit, bestehen, je nachdem örtliche Verhältnisse dieß bedingen. Zu den Beschickungen kommen: die gerösteten Erze, die ungerösteten, geschwefelten Erze, die nothwendigen Zuschläge für die erdigen Gangarten und für das bei der Röstung entstandene Eisenoxyd; die reichen Schlacken, die Ueberreste der Oefen, so wie alle Rückstände der Zugutemachung, welche wesentliche Mengen von Arsen und Amoniak enthalten. Diese Schmelzung giebt zwei Producte: einen Stein, der 33 bis 35 Proc. Kupfer enthält; eine sehr arme Schlacke, deren Kieselerde kein Kupferoxydul aufgenommen hat.

Die Schlacke wird mit dem Hammer zerschlagen und einer Scheidung unterworfen; alle Theile, welche keine Granalien enthalten, werden weggeworfen, während die Stücke mit Steinkörnern bei dem folgenden Schmelzprozeß zugeschlagen werden.

3) Röstung des Steins in Stadeln und in mehreren Feuern. — Die Anzahl der Feuer hängt von der Dichtigkeit und der chemischen Zusammensetzung des Steins ab; die Oxydation ist stets unvollständig und man sucht sie um so weiter zu treiben, je unreiner die zu Gute gemachten Erze sind.

4) Das Schmelzen auf Schwarzkupfer. — Zur Beschickung kommen: die reichen und armen oxydischen und kohlensauren Erze, der geröstete Stein, die reichsten und hauptsächlich reinen Schlacken vom Gaarmachen und Raffiniren, und ein veränderliches Verhältniß von kieseligen Schlacken vom Rohschmelzen.

Der Prozeß giebt die drei folgenden Producte:

Schwarzkupfer von geringerer oder größerer Reinheit, je nach der Beschaffenheit der zu Gute gemachten Erze; es enthält gewöhnlich viel Schwefel und Eisen und dagegen wenig Eisen, Antimon und Zinn.

Einen sehr reichen und zu gleicher Zeit sehr reinen Kupferstein, sog

nannten Concentrationsstein. Man röstet denselben mit dem ersten Stein in Stadeln, jedoch in einer noch größern Anzahl von Feuern.

Eine Schlacke, welche hauptsächlich aus Eisenoxydul-Silicat besteht, welche etwas Kupferoxydul aufgenommen hat. Sie wird in zwei Theile getheilt: diejenige, welche Stein- oder Schwarzkupferkörner enthält und die wiederum zum Schwarzkupferschmelzen kommt; diejenige, welche solche Körner nicht zu enthalten scheint und die bei dem Rohschmelzen zugeschlagen wird.

5) Das Gaarmachen und das Raffiniren des Schwarzkupfers. — In großen Hütten, wie z. B. zu Boston, wendet man Flammöfen an, und es werden die beiden Prozesse ganz auf dieselbe Weise, wie bei dem englischen Verfahren ausgeführt. Hütten aber, welche jährlich nur eine beschränkte Erzmenge zu Gute machen, wenden den kleinen Gaarherd an. Das Gaarmachen und das Raffiniren erfolgen getrennt und in zwei verschiedenen Herden. Man erhält: fast reines Kupfer, welches in Formen gegossen oder in Scheiben, sogenannten Rosetten, abgehoben wird, je nach den Bedürfnissen des Handels und der Reinheit des Kupfers; außerdem erhält man Gekrätz und sehr kupferreiche Schlacken. Die Gaarschlacken sind oft sehr unrein und gelangen alsdann zum Rohschmelzen zurück; dagegen sind die Schlacken und das Gekrätz vom Raffiniren ziemlich rein und man bewahrt sie für das Schwarzkupferschmelzen auf.

Die Reste von den Oefen und den Herden, die von verschiedenen Prozessen herrühren und kupferhaltig sind, werden ebenfalls auf die beiden Schmelzprozesse vertheilt. Die Unreinsten gehen in das Rohschmelzen und die Reinern in das Schwarzschmelzen zurück.

Wenn die zu verarbeitenden Erze viel Arsen und Antimon enthalten, so muß man die Anzahl der Prozesse vervielfachen und zwischen dem Hoch- und dem Schwarzkupferschmelzen ein oder zwei Reihen von Röstungen in Stadeln und Schmelzprozesse auf Stein vornehmen. In diesem Falle ist es zweckmäßig, die reinen kiesigen und geschwefelten Erze für das zweite und dritte Steinschmelzen aufzubewahren. Man kann alsdann die verschiedenen Röstungen ziemlich weit treiben und sie mehr oder weniger vollständig zur Abscheidung des Arsens und Antimons benutzen.

Wir wollen nun den Zweck, so wie auch die wichtigsten Reactionen dieser verschiedenen Prozesse aus einander setzen, wobei wir die weiter oben aufgestellte Hypothese von verschiedenartigen und von verschiedenen Fundorten herrührenden Erzen, von denen die einen sehr rein sind, die andern aber wesentliche Mengen von Arsen, Antimon und Zinn enthalten, beibehalten werden.

Erster Prozeß. — Die Röstung in großen Haufen und in freier Luft. — Die Rösthaufen werden auf einer Sohle von Thon und Sand, die man sehr fest stampft, vorgerichtet, und haben eine Höhe von wenigstens 0,30 Met. über der Sohle. Die Menge der Erze, aus denen ein solcher Rösthaufen besteht, ist nach der Zufuhr, welche die Hütte erhält, verschieden und schwankt zwischen 40 und 200 Tonnen. Man sucht die unreinen Erze, mit denen sehr viel Schwefelkies enthaltenden, so wie auch die kleinen Erzstückchen mit den großen möglichst genau zu vermengen.

Die Haufen haben die Form einer abgestumpften Pyramide mit länglich viereckiger Basis; die kurze S[illegible] hat gewöhnlich eine Länge von 3 Met., wogegen die Länge [illegible] von der Menge der zu

röstenden Erze abhängt. Die Höhe beträgt 2 — 2,25 Met. Auf der Thon- und Sandsohle wird eine Reihe von Holzscheiten parallel mit der kurzen Seite des Rechtecks gelegt; darüber bringt man eine zweite Schicht kleineren Holzes parallel mit der langen Seite der Basis. Die Menge des Holzes hängt von der Beschaffenheit der Erze ab; je mehr Kiese sie enthalten, um so geringer braucht sie zu sein.

Auf diese erste Schicht legt man die größten Erzstücke, die eine Lage von wenigstens 0,40 Met. Höhe bildet. Darüber her stürzt man das Gemenge von Erzen, wobei man das kleinste auf die Oberfläche bringt.

In der Achse des Haufens bringt man drei bis vier Essen an, deren Wände aus großen Erzstücken gebildet ist; diese Essen gehen bis zur Sohle nieder und stehen mit den horizontalen Kanälen, die man zwischen den Holzscheiten gelassen, in Verbindung.

Auf alle Flächen des Haufens bringt man eine 0,30 — 0,40 Met. dicke Decke, die aus dem fast pulverförmigen Erztheilen besteht und sehr fest gestampft wird; sie stützt sich auf die erste Lage von großen Stücken.

Die Entzündung des Haufens wird dadurch bewirkt, daß man in die Essen und in die horizontalen Kanäle glühende Holzkohlen, Späne oder Reißholz bringt. Sobald die beiden untersten Holzlagen entzündet sind, verschließt man die Essen mit Erzen, wodurch der Zug sofort bedeutend vermindert und die Verbrennung des Holzes nur langsam fortgesetzt wird. Eine langsame und zu gleicher Zeit regelmäßige Verbrennung ist von Wichtigkeit, damit sich der Haufen regelmäßig und ohne Stöße senken kann, in dem Maß, als das Brennmaterial verschwindet.

Die in der Decke entstehenden Risse werden sorgfältig verschlossen, während die Röstung sich selbst überlassen bleibt.

Die Verbrennung des Schwefels bewirkt die zu den chemischen Reactionen erforderliche Hitze und das Feuer steigert sich nach und nach und gewissermaßen in horizontalen Schichten bis zu der Basis des Haufens.

Wenn man Erze mit sehr viel Schwefelkiesgehalt verarbeitet, so schlägt sich Schwefel auf der obern Decke nieder; es hat keine Schwierigkeiten, einen geringen Theil von denselben zu sammeln, allein sein Werth wird durch den Arsengehalt wesentlich vermindert.

Die Röstung eines Haufens dauert immer sehr lange, d. h. drei bis sechs Monate; diese Dauer hängt von der Menge und hauptsächlich von der Beschaffenheit der zu Gute zu machenden Erze, so wie von der Größe der Stücke ab; auch haben Wind und Regenwetter einen größern oder geringern Einfluß darauf. Die Verbrennung ist selten regelmäßig, ohnerachtet die Vorsichtsmaßregeln, die man zur Sicherung der Rösthaufen gegen die atmosphärischen Veränderungen trifft.

Sobald die Erze erkaltet sind, schafft man sie in die Hütte zum Rohschmelzen. Die größten Stücke werden bei Seite geworfen, indem sie nur unvollkommen oxydirt waren, und man unterwirft sie einer neuen Haufenröstung.

Betrachtungen und chemische Reaction. — Die Verbrennung des Holzes im Fuß des Haufens muß die unmittelbar darüber liegenden Erzstücke der Art erhitzen, daß der in ihnen enthaltende Schwefel verbrennen kann; es ist daher um so weniger Röstholz erforderlich, je kleiner die Erzstücke sind und je mehr Schwefelkies sie enthalten.

Das Zusammensinken des Haufens, eine Folge des Verschwindens v-

dem Brennmaterial, ist bald beendigt; die chemischen Reactionen können mit größerer oder geringerer Regelmäßigkeit beginnen und bis zu Ende fortdauern.

Die äußere Luft dringt durch alle Puncte der Basis des Haufens ein, da die großen Erzstücke sehr viel leere Räume zwischen sich lassen; die Decke auf den vier Seitenflächen des Haufens muß dagegen so fest gestampft sein, daß gar keine äußere Luft eindringen kann. Die heißen Gase steigen in dem Haufen aufwärts und weichen durch die obere Basis mit einer Geschwindigkeit, welche nach Belieben durch das Feststampfen der Decke vermindert werden kann. Man kann den Zug in einem gegebenen Moment dadurch steigern, daß man in der obern Basis mittelst einer Brechstange mehr oder weniger viel Löcher einstößt, oder noch einfacher, indem man es unterläßt, die sich stets bildenden Spalten zu verschließen.

Die zur untersten Schicht gelangende äußere Luft unterhält die Verbrennung des Schwefels und erzeugt die zu den Reactionen erforderliche hohe Temperatur. Die größten Erzstücke werden sehr bald bis zu ihrem Kern von dem Wärmegrade durchdrungen, bei welchem die Destillation des Schwefels in den Schwefeleisen beginnt. Von diesem Moment ab findet zu gleicher Zeit die Destillation des Schwefels im Innern der Stücke und zu gleicher Zeit seine Verbrennung an der Oberfläche statt, wobei schweflichte Säure gebildet wird.

Die äußere Luft wird sehr schnell durch die Schwefeldämpfe ihres Sauerstoffes beraubt und es kann folglich die Verbrennung nur in einer horizontalen Schicht des Haufens statt finden. Die heißen Gase, Stickstoff und schweflichte Säure erheben sich und strömen durch die obere Basis aus; bei ihrer aufwärts gehenden Bewegung erhitzen sie die Erze nach und nach, der destillirte Schwefel setzt sich in einer gewissen Höhe über der Verbrennungszone ab, eine Höhe, die mit der steigenden Temperatur zunimmt.

Nach Verlauf einer gewissen Zeit hat sich der Schwefel fast vollständig entwickelt und er verbrennt nur noch an der Oberfläche der Stücke; die äußere Luft büßt nicht eben so schnell ihren Sauerstoff ein, und es kann die Verbrennung unmittelbar in der obern Ebene beginnen.

Die Erzstücke am Fuß des Haufens, auf welche die äußere Luft unmittelbar einwirken kann, erleiden eine oxydirende Einwirkung, welche langsam in ihr Inneres dringt, wobei sich schweflichte Säure, Metalloxyde und Sulfate bilden.

Der oxydirte Theil bildet rings um jedes Erzstück eine etwas poröse Rinde, durch welche die Luft nur in einem schnell abnehmenden Verhältniß eindringen kann. Die Oxydation muß daher bald aufgehalten werden und die Erzstücke erkalten sehr bald. Die Luft kann alsdann ganz und gar auf die mit der untersten Schicht stehenden Erze einwirken, der Kern der etwas großen Stücke kann keine andere Veränderung erleiden, als diejenige ist, welche aus der partiellen Destillation des Schwefels hervorgeht.

Diese Reactionen entstehen nach und nach durch die ganze Höhe des Haufens; der ganze untere Theil ist schon abgekühlt, wenn die Verbrennung zu der Decke gelangt, welche die obere Basis bildet.

Indem man auf diese Weise die atmosphärischen Einflüsse unberücksichtigt läßt, welche sehr häufig die Regelmäßigkeit der Röstung stören, indem man annimmt, daß die Arbeiter hinreichende Sorgfalt darauf verwenden, um die Decke auf den Seit[illegible] zu erhalten, während die

äußere Luft regelmäßig auf allen Seiten eindringt, zeigen sich nachstehende Erscheinungen:

Am untern Theil vermindert sich die Temperatur bis zur Basis. Die Luft wirkt noch, indem sie nur einen Theil ihres Sauerstoffs verliert, wobei Metalloxyde und schweflichte Säure entstehen. Diese Einwirkung ist in der Nähe der Zone, in welcher eine lebhafte Verbrennung statt findet, sehr lebhaft; sie wird nach und nach geringer oder hört in der Nähe des Fußes vielmehr gänzlich auf.

Im obern Theil des Haufens werden die Erze durch die durchströmenden heißen Gase erhitzt und werden nach und nach zur Verbrennung vorbereitet, welche erst dann beginnen kann, wenn die Luft nicht mehr allen Sauerstoff bei ihrem Durchgange durch die untersten Schichten verliert.

Die Oxydation ist um so vollständiger, je geringer die Größe der Erzstücke ist, zu gleicher Zeit müssen aber Luft und Gase mit einer gewissen Leichtigkeit durch den ganzen Haufen nach aufwärts strömen können. Man kann daher nicht allein kleine Erze verrösten, sondern man muß Stücke von verschiedener Größe mit einander vermengen und überhaupt beim Aufsetzen des Haufens große Sorgfalt anwenden, um während des Prozesses einen mehr oder weniger lebhaften Zug erhalten zu können, den eine lange Erfahrung als den zweckmäßigsten für die Beschaffenheit der Erze erkannt hat.

Die Dichtigkeit der Erzstücke hat einen großen Einfluß auf die Tiefe, in welche die Oxydation eindringt und daher auch auf das Verhältniß der Schwefelmetalle, welche nach der Röstung in den Erzen zurückbleiben. Man muß daher die Dichtigkeit berücksichtigen, um die Größe der Stücke einer jeden Erzsorte bestimmen zu können.

Die Verbrennung des Schwefels ist die chemische Einwirkung, welche die erforderliche Hitze erzeugt; es müssen daher die Erze eine hinreichend große Schwefelmenge enthalten, damit die Temperatur bis zu Ende des Prozesses hinlänglich hoch bleiben kann. Die armen kiesigen Erze mit erdigen Gangarten können nicht allein in großen Haufen verröstet werden, weil sie nicht genug Schwefel enthalten; das Anbrennen des Haufens würde zu viel Holz erfordern und es würde die Verbrennung des Haufens nach kurzer Zeit aufhören. Es müssen diese Erze mit andern vermengt werden, die Schwefelkies enthalten, deren Schwefel die Verbrennung unterhalten kann. Ist dagegen zu viel Schwefelkies vorhanden, so muß man den Zug mäßigen, um eine bedeutende Temperaturerhöhung, so wie eine theilweise Schmelzung der Erze zu vermeiden.

Bei alle dem vorhergehend Gesagten ist der Arsen- und Antimongehalt der Erze unberücksichtigt gelassen, um die Erläuterung der Reaction nicht zu verwickeln. Es ist aber von Wichtigkeit, jetzt darüber Untersuchung anzustellen, bis zu welchem Punct das Rösten in großen Haufen zur Fortschaffung dieser nachtheiligen Substanzen dienen kann.

Arsen und Antimon können durch zwei verschiedene Reactionen entfernt werden: durch die Destillation des Schwefels und durch directe Oxydation, welche eine Folge der lebhaften Verbrennung des Schwefels ist.

Die partielle Destillation des Schwefels in dem Schwefelkies nimmt einen Theil des Arsen und Antimon als flüchtige Sulfurete mit weg, jedoch nur unter der Bedingung, daß diese beiden Substanzen in innige Berührung mit dem Schwefel in dem Augenblicke stehen, in welchem er sich gasförmig entwickelt. In Dampfform kann der Schwefel nur auf diejen-

gen Erze einwirken, welche sich über der Zone befinden, in denen er lebhaft verbrennt. Diese Wirkung ist sehr gering, weil der Schwefel nicht in das Innere der Stücke dringen kann und weil die Temperatur für die chemischen Reactionen in einer geringen Höhe hoch genug ist; es können daher von den beiden Substanzen, die mit andern Verbindungen eingegangen sind, nur geringe Mengen entzogen werden. So entwickeln der Arsenikalkies und das Fahlerz, wenn sie mit Schwefelkies genau vermengt sind, sehr viel Antimon, besonders aber Arsen, die als Sulfurete mit weggerissen werden, während die reinen Fahlerzstücke nur eine weit geringere Menge davon verlieren würden.

Will man daher, wenn man eine bedeutende Menge Fahlerz der Röstung unterwirft, diesen Prozeß so viel als möglich dazu benutzen, um Arsen und Antimon zu entfernen, so muß man sie in Schliechform verarbeiten und sie genau mit Erzen vermengen, die viel Schwefelkies enthalten und ebenfalls sehr zerkleinert worden sind. Das zu Ziegelsteinen geformte Gemenge wird mit andern weniger unreinen Erzen in den Haufen aufgesetzt; man giebt den Steinen mittelst einen gemengten Thones eine hinreichende Festigkeit, es erfordert aber ihre Anfertigung weder viel Zeit noch viele Arbeitslöhne.

Es ist dieß das einzige praktische Mittel, um die Destillation des Schwefels in dem Schwefelkiese zur Abscheidung des Arsen und Antimon in den Fahlerzen zweckmäßig zu benutzen.

Wir haben in keiner Hütte diese Vorsicht benutzen sehen, allein es ist ihr auch keine Wichtigkeit zuzuschreiben, so wie sie auch nicht leicht angewendet werden kann. Die directe Oxydation des Arsen und des Antimon beginnt zu gleicher Zeit mit der der übrigen Metalle, d. h. wenn der Sauerstoff der Luft nicht vollständig von dem Schwefel absorbirt worden ist.

Für jedes Erzstück nimmt das Verhältniß der zur Oxydation zu verwendenden Luft nach und nach zu in dem Maß als die lebhafte Verbrennungszone sich in dem Haufen erhöht, während sich in demselben Maß die Temperatur des Stückes selbst langsam vermindert und die Oxydation nach dem Kern zu mehr vorgeschritten ist.

Diese Bedingungen sind für die partielle Oxydation des Arsen und Antimon sehr günstig; ein sehr bedeutender Theil wird als arsenige Säure und als Antimonoxyd abgeschieden: es bildet sich jedoch eine gewisse Quantität von Arseniaten und Antimoniaten.

Das Verhältniß dieser sehr nachtheiligen Verbindungen, da sie in den gerösteten Erzen zurückbleiben, ist um so bedeutender, als die Luft in genauerer Berührung mit den verschiedenen Metallen in dem Augenblick steht, in welchen die lebhafte Verbrennung des Schwefels fast vollendet und die Temperatur erhöht ist. Es ist daher nicht zweckmäßig, die sehr unreinen Erze sehr zu zerkleinern. Man ersieht daraus der schon weiter oben erwähnten Vorsichtsmaßregel, das Gemenge des Fahlerzes mit den sehr kiesigen Erzen in Steinen zu formen.

Andererseits kann die Oxydation bei etwas großen Erzstücken nicht bis zum Kern dringen; es bleibt im Innern ein Theil des Arsen und des Antimon in den geschwefelten Verbindungen zurück. Außerdem ist die Temperatur zu Verflüchtigung der arsenichten Säure und des Antimonoxydes, die in einer gewissen Entfernung an der Oberfläche eines jeden [illegible] ges gebildet werden, nicht hoch genug.

Nach diesen Betrachtungen kann man die beiden [illegible] tung in großen Haufen und im Flammen[illegible] der [illegible]

In einem Flammenofen werden die Erze fast pulverförmig und in genauer Verbindung mit einander dem Röstprozeß unterworfen; die Destillation des überschüssigen Schwefels in den Schwefelkiesen erfolgt langsam und regelmäßig. Es wird daher die möglichst größte Menge von Arsen und Antimon im Zustande von flüchtigen Sulfureten hinweggenommen. Die Oxydation kann so lange verlängert werden, als dieß erforderlich ist und zwar bei einer gemäßigten Temperatur und mit einer beschränkten Luftmenge, und es steht dieß gewissermaßen im Belieben des Arbeiters. Man kann diese Einwirkung regelmäßig auf alle in den Ofen eingetragenen Erze ausüben und alle Stücke davon durchdringen lassen, wenn nur die Erze als gehörig feiner Schliech geröstet werden.

Man kann daher diese zweite Reaction zur Abscheidung des Arsen und Antimon möglichst benutzen. Man ist hauptsächlich durch die Bedingungen bei der Erzversorgung der Hütte beschränkt, indem diese als nothwendig erachtet, daß in den gerösteten Erzen eine größere oder geringere Schwefelmenge bleibt, die bei den folgenden Prozessen erforderlich ist.

Bei der Haufenröstung fehlt allen Reactionen die Regelmäßigkeit und es erleiden dieselben durch die atmosphärischen Veränderungen nothwendig Einflüsse. Die Destillation des Schwefels in den Schwefelkiesen ist nicht immer vollständig. Es kann dadurch keine wesentliche Arsen- und Antimonmenge mit weggenommen werden, wie es dann der Fall ist, wenn das Gemenge der Kiese mit den unreinen Erzen von Natur eine sehr genaue, oder durch die Pulverisirung und das Formen zu Steinen eine sehr genaue geworden ist.

Die Oxydation kann nur auf einen Theil der Erze einwirken und dringt nicht bis zum Kern aller Stücke. Die Luftmenge würde nicht zweckmäßig ertheilt werden können und es würden sich daher bedeutende Mengen von Arseniaten und Antimoniaten bilden. Man hat nicht wie im Flammenofen die Möglichkeit in der Hand, die Reactionen durch ein lebhaftes Feuern zur Zersetzung der Sulfate zu beendigen.

Die Röstung im Flammenofen ist daher in Bezug auf die erhaltenen Resultate weit zweckmäßiger; auch erlangt man mit denselben eine Leichtigkeit den Prozeß nach der Beschaffenheit der Erze und den Bedürfnissen der Hütte zu verändern. Die großen Haufen gewähren den Vortheil einer sehr bedeutenden Ersparung an Arbeitslöhnen und an Brennmaterial, welcher Vortheil aber größtentheils durch die lange Zeit aufgehoben wird, welche der Prozeß beansprucht.

Bei beiden Methoden bleibt das Zinnoxyd gänzlich in den gerösteten Erzen.

Secundäre Reactionen. — Wir bezeichnen hiermit diejenigen Reactionen, welche die Blende, der Bleiglanz und die kalkigen Gangarten, die mit gewissen Erzen vorkommen, erleiden; sie sind fast dieselben bei der Röstung im Flammenofen und im freien Haufen, haben aber gewöhnlich keinen großen Einfluß auf die bei den folgenden Prozessen erlangten Resultate.

Die Blende geht zum Theil in den Zustand des Sulfats und zum Theil in den des Zinkoxyd über; der Bleiglanz giebt hauptsächlich Bleisulfat, welches zum Theil durch die quarzigen Gangarten in Silicaten zersetzt und verwandelt wird; ein Theil des Bleies wird verflüchtigt. Der Ka[illegible] verliert seine Kohlensäure und wird fast gänzlich in schwefelsauren Ka[illegible]wandelt.

Der hauptsächlichste Einfluß der Blende, des Bleiglanzes und des Kalkes besteht darin, daß ein bedeutender Theil der Sulfate in den gerösteten Erzen bleibt.

Zweiter Prozeß. — Rohschmelzen. — Die Einrichtung und die Dimension der Schachtöfen, welche in verschiedenen Hütten bei dem Rohschmelzen benutzt werden, sind sehr verschieden und hängen hauptsächlich von der Beschaffenheit der Erze ab. Um die Hauptreaction besser aufklären zu können, nehmen wir einen gewöhnlichen Krummofen von 2—3 Met. Höhe und mit einer einzigen Form an, in denen das Brennmaterial an der Bruftseite, die Beschickung aber an der Vorderseite aufgegeben wird.

Vor der Form wird fortwährend eine lange Nase erhalten, um den Wind bis zum Brennmaterial zu führen. Die Schlacken fließen frei über das Gestübbe des Vortiegels ab; in regelmäßigen Zwischenräumen sticht man den Stein und die Schlacke in einen seitwärts angebrachten Sumpf ab.

Beschickung. Zum Rohschmelzen kommen folgende Materialien:

1) Die in großen Haufen gerösteten Erze; sie enthalten sehr viel Schwefelmetalle, so wie auch eine gewisse Menge von Arsen und Antimon in Verbindung mit dem Schwefel und mit den Metallen; schwefelsaure Salze; Arseniate und Antimoniate; Oxyde und endlich mehr oder weniger durch die Röstung veränderte erdige Gangarten.

2) Die reichen und armen ungerösteten, geschwefelten Erze.

3) Die zum Verschlacken erforderlichen Flußmittel: die Gangarten der Erze und das bei der Röstung gebildete Eisenoxyd.

4) Oxydirte Materialien. Reste von den Herden und den Ofenwänden, Gekrätz und Schlacken vom Gaarmachen; diese Materialien enthalten das Kupfer unter zweierlei Zuständen: als Oxydul in Verbindung mit der Kieselerde und als Metall in der Gestalt von Körnern aller Dimensionen. Sie enthalten ferner Arseniate und Antimoniate, so wie auch Zinnoxyd in sehr bedeutenden Verhältnissen; ohne das Vorhandensein dieser Substanzen würden die sehr kupferhaltigen Zuschläge für den zweiten Schmelzprozeß aufbewahrt werden.

5) Die Schlacken vom Rohschmelzen: sie enthalten etwas Kupferoxydul und Körner von Stein oder Schwarzkupfer. Es sind Silicate, deren hauptsächlichste Basis Eisenoxydul ist; sie sind reich genug, daß man sie wieder benutzen, und es ist das Rohschmelzen der einzige Prozeß der Zugutemachung, bei welchem man sie mit durchsetzen kann.

Die bei dem Schmelzen selbst fallenden Schlacken werden größtentheils weggestürzt; solche, welche Steingranalien enthalten, werden als Zuschlag für das Eisenoxyd beim Schwarzkupferschmelzen benutzt. Bei der Beschickung des zweiten Prozesses schlägt man nur die Schlacken zu, welche Kupferoxydul enthalten, weil die übrigen eine Betriebsstörung veranlassen könnten.

Chemische Reactionen. — Die Substanzen der Beschickung sinken auf der Vorderseite im Ofenschacht nieder, und zu gleicher Zeit fällt das Brennmaterial fast regelmäßig gegen die Ofenbrust. Die Trennung ist im Augenblick des Aufgebens nicht scharf und sie wird es noch weniger bei der Bewegung aller Substanzen nach dem Tiegel zu. Vor der Form sind die Brennmaterialien, seien es nun Holzkohlen oder Kokes oder Anthracite, wenigstens zum Theil mit der Beschickung vermengt. Es ist von Wichtigkeit, daß auch unter der Ofenbrust noch eine gewisse Dicke von Brennmaterial vorhanden ist [illegible] Wand bildet, durch welche

die geschmolzenen Substanzen dringen müssen, um aus dem Innern des Ofens in den Vortiegel zu gelangen.

Während ihres Niederganges in den Ofenschacht sind die Gichten der Einwirkung der reducirenden Gase, welche nach der Gichtöffnung aufwärts steigen, unterworfen; man kann den größten Theil der Gase gegen die Brust oder gegen die Vorderseite richten, indem man die Beschickung oder die Brennmaterialien in mehr zerkleinertem Zustande aufgiebt.

Man kann im Ofen, von der Gicht bis zur Form drei Zonen unterscheiden, in denen physische oder chemische Wirkungen sehr verschieden sind:

I. In der obern Zone erhitzen sich die Gichten und werden durch die Gase mehr oder weniger schnell zu der Temperatur gebracht, in welcher das Kohlenoxyd als Reductionsmittel wirken kann.

II. In der zweiten, welche man die Reductionszone nennen kann, erreichen die Substanzen nach und nach die Temperatur, in welcher die zugeschlagenen Schlacken anfangen zu schmelzen und die mehr und mehr energische reducirende Einwirkung des Kohlenoxydgases und der Kokes, die mit ihnen in genauer Berührung stehen, erleiden. Die erstere ist die wichtigere und die einzige, die hier berücksichtigt werden soll.

Die freien Eisen-, Zink-, Blei-, Kupfer- und Zinnoxyde sind theilweis oder gänzlich reducirt; die schwefelsauren Salze sind zersetzt und zum Theil in Schwefelmetalle verwandelt; die Arseniate und Antimoniate verlieren einen gewissen Theil ihres Sauerstoffs; die Schlackenstücke, die Gangarten der Erze und die Schwefelmetalle sind nicht wesentlich verändert. Es können keine Reactionen zwischen den Oxyden und Sulfureten entstehen, da diese Körper nicht in genauer Berührung stehen und weil außerdem die Temperatur nicht hoch genug ist.

Das Eisenoxyd wird größtentheils zu Oxydul verwandelt, und es entsteht gewöhnlich nur sehr wenig metallisches Eisen; das Zinkoxyd ist theilweise reducirt und das Metall verflüchtigt sich im untern Theil der Zone. Die Zinkdämpfe oxydiren sich sehr schnell wieder bei der Berührung mit der Kohlensäure; das auf diese Weise wieder hergestellte Oxyd setzt sich zum Theil auf den eingetragenen Substanzen und zum Theil an den Ofenwänden ab und bildet sogenannte Ofenbrüche, die man oft mit Brechstangen entfernen muß. Die geringe Menge von Zinkdämpfen, welche bis zu Gicht gelangen können, verbrennen bei Berührung mit der Luft und theilen der Flamme, wenn man nicht mit dunkler Gicht arbeitet, eine weiße Farbe und einen characteristischen Glanz mit. Das Bleioxyd wird leicht reducirt und ein Theil des Metalles verflüchtigt sich nach seinem Niedergange nach dem Tiegel.

Das Zinkoxyd, welches stets in geringer Menge in den Kupferoxyden vorkommt, ist fast gänzlich reducirt.

Das Kupferoxyd wird zuvörderst in dem Zustand des Oxyduls zurückgeführt und dann zu Metall reducirt, es kann aber die Reduction nur dann vollständig sein, wenn die Wirkung eine lange Zeit fortdauert, d. h. wenn Gichten langsam niedergehen, oder die Höhe der Zone sehr bedeutend ist.

Der während des Röstens durch die Einwirkung der schweflichten Säure in der Luft auf die kalkige Gangart der Erze gebildete schwefelsaure Kalk wird größtentheils in Schwefelcalcium verwandelt; die schwefelsauren Metallsalze erleiden dieselbe Umwandlung.

Die Arseniate und Amoniate werden vollständig zersetzt, allein die

Producte sind mit der Temperatur sehr veränderlich und folglich ist dieß auch mit dem Theil des Ofens, in welchem ihre Zersetzung statt findet, der Fall.

In der Zone, welche wir jetzt betrachten, werden die Substanzen der Beschickung einer steigend reducirenden Einwirkung, so wie auch einer stets höhern Temperatur unterworfen. In dem obern Theil ist das Verhältniß des Kohlenoxydes nicht sehr groß, da ein Theil desselben durch die Einwirkung der Oxyde schon in Kohlensäure verwandelt worden ist. Unter dem Einfluß dieser schwachen reducirenden Wirkung und der geringen Temperatur werden die Arseniate und Antimoniate nur theilweise in Eisen- und Kupferoxydul, in arsenige Säure und Antimonoxyd zersetzt. Diese beiden letztern Substanzen werden von den Gasen mit weggenommen, ein Theil setzt sich an den Ofenwänden in der Nähe der Gicht ab, der übrige Theil entweicht aus dem Ofen und verdichtet sich in dem Fluggestübbekammern oder in der Esse.

III. Am untern Theil der Zone ist dagegen die Reduction vollständig; das Arsen und Antimon bleibt mit den Metallen verbunden.

In dem mittlern Theil sind die Reactionen verwickelt und halten sich zwischen den beiden äußersten Grenzen; es verflüchtet sich noch eine abnehmende Menge von arseniger Säure und Antimonoxyd; es entsteht aber eine zunehmende Menge von Arseniden und Antimoniden, in dem Maß als die Gichten nach der untern Grenze der Zone niedersinken.

Es können diese verschiedenen Reactionen, je nach der Gestalt des Ofens, der Art des Aufgebens, der Pressung und der Menge des Windes und der daraus folgenden größern oder geringern Höhe der fraglichen Zone, ferner je nachdem die Gichten eine längere oder kürzere Zeit gebrauchen, um aus der obern Zone bis zu dem Theil des Ofens niederzugehen, in welchem die Schlacken zu schmelzen beginnen, sehr verschieden sein. Es ist daher sehr wichtig, die Form des Ofens, die Pressung und Menge des in den Ofen eingeführten Gebläsegewindes, und die Geschwindigkeit des Gichtenganges nach der Beschaffenheit der zu Gute zu machenden Erze zu verändern.

Nur die Praxis allein kann genaue Data über die anzunehmenden Einrichtungen gewähren, die aufmerksame Untersuchung der Reactionen macht aber auch sehr werthvolle Angaben, die durchaus nicht vernachlässigt werden dürfen. Wir kommen sogleich auf diesen Gegenstand zurück, nachdem wir die Reactionen, die in dem untern Theile des Ofens statt finden, zu erläutern gesucht haben.

In der dritten Zone schmelzen die in die Beschickung eingeführten Schlacken sehr schnell; sie absorbiren nach und nach die nicht reducirten Metalloxyde, die Gangarten und die Flüsse, während die Metalle und die Sulfurete in der Nähe der Form in die teigige Schlacke fallen und sich darin vertheilen. Das Kohlenoxyd setzt seine reducirende Einwirkung fort, allein es ist dieselbe weit geringer als in der mittlern Zone. Dieß hat zuvörderst seinen Grund darin, weil der teigige Zustand [illegible] die Materialien annehmen, eine genaue Berührung der Ga[illegible] so wie auch, weil die Verwandtschaft der Kieselerde zu den [illegible] Reduction verhindert. Die Kokes haben wahr[illegible] Ofens eine bedeutendere Wirkung als [illegible]nreichend

genauer Berührung mit einem Theil der teigigen Schlacken und müssen ein gewisses Verhältniß des Kupferoxyduls zersetzen.

Die Substanzen gelangen fast vollständig geschmolzen vor die Form, sie erlangen bei ihrem Durchgange die ihnen bisher noch mangelnde Flüssigkeit und fallen in den Tiegel, in welchem sie die wichtigsten Reactionen und die Trennung des Steins von den Schlacken vollenden.

Die Materialien der Beschickung, die gewissermaßen in dem obern Theil des Ofens durch die reducirende Wirkung vorbereitet worden sind, enthalten, indem sie vor die Form gelangen:

Metalle: Kupfer, Zinn, Blei, Eisen.

Metallische Sulfurete, Arsenide und Antimonide, so wie auch Schwefelcalcium, dieses jedoch nur in dem Falle, wenn gewisse Erze eine kalkartige Gangart haben; endlich enthalten diese Schwefelverbindungen auch veränderliche Mengen von Arsen und Antimon.

Ferner mehr oder wenig vollständig geschmolzene Silicate, in denen noch die größten Stücke der Gangarten oder Flußmittel befindlich sind, deren Auflösung erst in dem Tiegel vollendet wird.

Die Silicate enthalten die erdigen Basen der Beschickung, das Eisenoxydul, welche den reducirenden Einwirkungen des Kohlenoxydes und der Kokes entgangen sind.

Metallisches Eisen kommt nur in geringer Menge vor, sobald der Betrieb gut geleitet und das Reductionsvermögen in gehörigem Verhältniß steht; das Eisen wird sehr schnell in Oxydul verwandelt und dabei das Kupferoxydul der Schlacken zersetzt. In dem Fall, daß die zu reducirende Einwirkung in dem mittlern Theil des Ofens zu bedeutend war, kann das metallische Eisen im Ueberschuß vorkommen, während die Schlacke nur wenig Kupferoxydul enthält, welches hauptsächlich von den Silicaten in der Beschickung herrührt. Das metallische Eisen kann nicht gänzlich in die Schlacke übergehen, es muß durch die Sulfurete aufgenommen werden und sich mit dem Stein verbinden, weil sonst Klumpen in dem untern Theile des Ofens entstehen würden.

In diesem Fall erreicht man nur einen von den wichtigsten Theilen des Prozesses, die Verschlackung des durch die Röstung hervorgebrachten Eisenoxydes nur theilweise.

Das Zinn kommt immer nur in geringer Menge vor; es wirkt weniger stark als das Eisen auf das Kupferoxydul der Silicate und es kann folglich daher nur dann vollständig verschlackt werden, wenn wenig metallisches Eisen vorhanden ist, und wenn die Silicate viel Kupferoxydul enthalten; es vertheilt sich gewöhnlich zwischen dem Stein und den Schlacken.

Die in der Reductionszone in dem metallischen Zustand zurückgeführten Kupfer und Blei, fallen in den Tiegel und vereinigen sich mit dem Stein, sobald derselbe einen hinlänglich großen Schwefelgehalt hat. Im entgegengesetzten Fall trennen sie sich davon, nehmen einen Theil des Arsen, Antimon, Zinn u. s. w. mit und bilden ein Schwarzkupfer, welches je nach der Beschaffenheit der zu Gute gemachten Erze mehr oder weniger unrein ist.

Die Sulfurete in der Beschickung wirken auf die Silicate, mit denen sie möglichst genau vermengt sind. Diese sehr wichtige Wirkung beginnt in dem Augenblick, in welchem sich die Silicate bilden, wird in dem Maß gesteigert, je mehr die Temperatur zunimmt und dauert in dem Tiegel bis zu dem Moment des Abstichs fort. Die vorherrschende Reaction ist die des

Schwefeleisens auf das Kupferoxydul der Silicate; sie erzeugt, wie bei dem Flammofenschmelzen Kupfersulfuret und Eisenoxydulsilicat.

Diese Silicate können keine bedeutende Oxydulmenge enthalten, weil der größte Theil des Kupferoxydes in dem mittlern Theil des Ofens reducirt wurde; die Sulfurete kommen fast immer in bedeutendem Verhältniß in der Beschickung vor. Aus beiden Gründen wird das gesammte Kupferoxydul der gebildeten oder in den Ofen gelangenden Silicate, durch das Eisensulfuret sehr leicht reducirt; die Krummofenschlacken enthalten kein wesentliches Verhältniß davon.

In Folge aller dieser Reactionen bilden die Sulfurete einen Stein, der sich auf der Sohle des Tiegels vereinigt, indem er nach und nach das reducirte Kupfer absorbirt, und während die Verbindungen Arsen und Antimon enthalten.

Die Schlacken in dem Tiegel nehmen fortwährend sehr fein vertheilte Substanzen auf, welche unter die Formebene niederfallen. Ihre Flüssigkeit ist nicht groß genug, so daß die Substanzen, welche sich in dem Stein vereinigen, sich sehr schnell abscheiden könnten. In einem Schachtofen, der mit keinem Vortiegel versehen ist, werden die Schlacken stets viel Granalien enthalten.

Bei der in allen Hütten angenommenen Einrichtung, nach welcher der Vortiegel klein genug ist, so daß die Substanzen in vollständigem Fluß bleiben können und wonach sie von dem in dem Tiegel befindlichen Substanzen zuvörderst durch die Brust und weiter unten durch das Brennmaterial getrennt sind, müssen die Schlacken gewissermaßen aus dem Innern des Ofens in den Vortiegel durchfiltriren und die Granalien vollständig absetzen lassen.

Während der Abstiche fließen die Schlacken frei über das Gestübbe und sie sind hinlänglich von Oxydul und Granalien gereinigt, so daß man sie wegstürzen kann.

Wenn man den Stein in einen äußern Sumpf absticht, so laufen die flüssigen Schlacken nach diesem Abstich aus dem Ofen, bei welchen aber die Reactionen noch nicht vollendet sind; sie enthalten Granalien, welche sich nicht alle vor der stets sehr schnellen Erstarrung absetzen können. Die Schlacken der Steinabstiche enthalten gewöhnlich so viel Granalien, daß man sie nicht wegstürzen kann.

Wiederholung. — Bei dem Rohschmelzen im Schachtofen sucht man das Eisen und das Zinnoxyd, die sich während der Röstung gebildet haben, oder die in den Erzen vorhanden waren, zu verschlacken. Man sucht ferner einen Theil des Arsen, Antimon, Blei und Zink, durch Verflüchtigung wegzuschaffen, indem man das gesammte Kupfer in einen Rohstein concentrirt, der nothwendig noch sehr unrein ist. Man erreicht diesen Zweck durch sehr empfindliche Reactionen, indem man das Kohlenoxydgas als Reductionsmittel auf die Oxyde einwirken läßt, führt man einen großen Theil des Kupferoxydes in den metallischen Zustand zurück, man reducirt das Eisenoxyd zu Oxydul und zersetzt die Zink- und Zinnoxyde zum Theil. Indem man eine ziemlich große Menge flüssiger Schlacken zuschlägt, verhindert man durch die Verwandtschaft der Kieselerde zum Eisenoxydul die vollständige Reduction dieses letztern in dem Moment, in welchem die Temperatur zu hoch wird, so daß die Einwirkung des Kohlenoxydes zweckmäßig geleitet werden könnte.

Die entstandenen Silicate enthalten Kupferoxydul; sie werden durch Einwirkung des entstandenen metallischen Eisens und des in der Beschickung enthaltenen Schwefeleisens vollständig und schnell davon gereinigt. Die sehr kupferarmen Schlacken enthalten nur einen Theil von dem in den Erzen enthaltenen Zink und Zinn.

Die Arseniate und die Antimoniate sind gänzlich zersetzt; sie lassen einen gewissen Theil von der arsenigen Säure und von dem Antimonoxyd verflüchtigen und es vertheilen sich diese Substanzen in den ganzen Theil des Ofens, in welchem die Temperatur und die reducirende Wirkung nicht bedeutend sind. Ein Theil des Arsen und Antimon, der durch das Kohlenoxyd mit den Metallen verbunden worden ist, geht in den Stein.

Die Sulfate werden vollständig zersetzt, sie verlieren etwas von ihrem Schwefel, der sich als schweflichte Säure verflüchtigt; allein der größte Theil der Sulfate wird in Sulfurete verwandelt, die ebenfalls in den Stein übergehen.

Die Sulfurete müssen in einem bedeutenden Verhältniß in der Beschickung vorhanden sein; sie dienen zuvörderst zur Reduction des mit der Kieselerde verbundenen Kupferoxyduls, dann und hauptsächlich zur Bildung des Steins, welcher das ganze durch die reducirenden Wirkungen in dem Ofen producirte Kupfer aufnehmen.

Die Gestalt des Ofens und die Leitung des Betriebs haben einen großen Einfluß auf die erlangten Resultate. Macht man viel arsen- und antimonhaltige Erze zu Gute, so entstehen bei der Röstung stets sehr viel Arseniate und Antimoniate.

Um beim Schmelzen im Krummofen eine wesentliche Menge Arsen und Antimon durch partielle Zersetzung dieser Verbindungen wegzuschaffen, müssen die Gichten in den obern Theilen des Ofens sehr langsam gehen und längere Zeit hindurch in der dunklen Rothglühhitze der Einwirkung von wenigem Kohlenoxyd unterworfen sein.

Hat man sehr unreine Erze zu bearbeiten, so muß die Beschickung viel Eisenoxydul enthalten. Wirklich kann die Röstung zur Vertreibung des Arsen und Antimon nicht zweckmäßig benutzt werden, als wenn die unreinen Erze mit einer bedeutenden Menge von Schwefelkies vermengt sind.

Die Reduction des Eisenoxyds zum Oxydul absorbirt einen bedeutenden Theil des Kohlenoxydes; das Vorhandensein des Eisenoxydes hat daher in sofern Nutzen, daß es die reducirende Wirkung auf die Arseniate und Antimoniate beschränkt. Es giebt auch das Eisenoxyd die Veranlassung die Zeit zu verlängern, während welcher die Materialien der Beschickung in einer mäßigen Temperatur erhalten werden, damit der größte Theil des Kupferoxydes reducirt werden kann.

Es ist daher zweckmäßig, den Schmelzprozeß langsam und in sehr hohen Oefen zu bewirken. Es sind aber diese Bedingungen in gewissen Hütten nicht angenommen, weil der Brennmaterialverbrauch auf die Tonne Erz um so größer ist, je weniger Erze in einer gegebenen Zeit verschmolzen werden können. Schmilzt man nun in sehr hohem Ofen rasch, so würde man eine zu bedeutende Menge von Eisenoxyd reduciren müssen; man würde Versetzung des Ofens nur durch Aufgeben vieler Sulfurete vermeiden können; der Stein würde sehr arm und sehr eisenhaltig sein. Man wird daher, um Brennmaterial zu ersparen, veranlaßt, die Schmelzung in niedrigen Oefen sehr rasch zu führen, indem man den größten Theil des

Arsen und des Antimon, welche in der Beschickung enthalten sind, in den Stein übergehen läßt. Es ist jedoch sehr zweifelhaft, ob die Brennmaterialersparung nicht durch die größere Unreinheit des Steins wieder aufgehoben wird.

Das Rohschmelzen armer Erze mit erdigen Gangarten erfordert sehr hohe Oefen und einen schnellen Gichtengang. Brennmaterialersparung ist eine absolute Bedingung; man muß in einer gegebenen Zeit die größte Erzmenge zu zerschmelzen suchen. Die Temperatur muß zum Schmelzen der Schlacken mit Erdbasen sehr hoch, das Reductionsvermögen sehr energisch sein und der Stein muß den größten Theil des Eisen, des Zinn, des Arsen und des Antimon, welche die Erze enthalten, aufgenommen haben.

Das Rohschmelzen hat nicht den vielfachen weiter oben angegebenen Zweck; es dient fast ausschließlich zur Abscheidung der erdigen Gangarten und zur Vereinigung des Kupfer in einem armen Stein. Es ist nichts anders als ein Concentrationsschmelzen, welches fast stets ohne vorhergehende Röstung vorgenommen wird und dessen Product, der Stein, als ein mehr oder weniger unreines Erz angesehen werden muß.

Die sehr armen Erze mit schwefelkiesiger Gangart, bieten noch einen eigenthümlichen sehr interessanten Fall dar, zu gleicher Zeit aber auch eine schwierig zu lösende Aufgabe; wir kommen darauf bei der Beschreibung der Hüttenprozesse zu Agordo speciell zurück.

Vergleichung des Schachtofens mit dem Flammofen. — Beim Rohschmelzen im Flammofen kann man ein bedeutendes Verhältniß von Arsen und Antimon nicht fortschaffen; man kann in die Schlacke nur einen geringen Theil des Zinnes übergehen lassen, allein man gelangt sehr leicht dazu, alles Eisenoxyd und einen sehr großen Theil des Zinkoxydes, welche durch die Röstung entstanden sind, zu verschlacken.

Die in den Gichten enthaltenen Sulfurete sind die einzigen Agentien zur Reduction des Kupferoxydes; sie müssen in bedeutendem Uebermaß vorhanden sein, damit der Stein alles Kupfer aufzunehmen vermag. In den Hütten, welche sehr verschiedenartige Erze verarbeiten, wird diese Bedingung sehr leicht erfüllt; man bewahrt für das Rohschmelzen die reinen Erze auf, während die unreinen Erze durch eine sehr weitgetriebene Röstung von einem bedeutenden Theil des Arsen und Antimon befreit werden. Von zwei Prozessen, die den Zweck der Rohsteinproduction haben, hat eine einzige zur Wegschaffung der beiden nachtheiligen Substanzen gedient, man hat aber den möglichst größten Nutzen ziehen können, indem man im Stande ist, einen hinlänglich reinen Stein darzustellen. In Hütten, welche nur eine einzige Erzsorte zu Gute machen, ist dieß nicht thunlich; die Röstung kann eine partielle sein, der dargestellte Rohstein enthält den größten Theil des in den Erzen vorkommenden Arsens, Antimons und Zinnes.

Beim Rohschmelzen im Schachtofen der in großen Haufen gerösteten Erze, sucht man die Oxyde durch das Kohlenoxyd zu reduciren; die Sulfurete wirken nur gegen Ende des Prozesses zur definitiven Reinigung der Schlacken; ihr Hauptzweck ist die Steinbildung. Man hat daher nicht die Möglichkeit die kiesigen reinen Erze zum Schmelzprozeß aufzubewahren, da sie das Verhältniß des in dem Stein enthaltenen Eisens vergrößern würden; man muß sie daher, wie die unreinen Erze, für sich abrösten.

Das Zink wird zum Theil verflüchtigt, während man im Flammofen

dasselbe nur dadurch von dem Stein abscheiden kann, daß man es in die Schlacke übergehen läßt.

Die vollständige Verschlackung des bei der vollständigen Röstung erzeugten Eisenoxydes und die partielle Wegschaffung des Arsens und des Antimons können durch eine Form des Ofens und durch eine Betriebsführung erlangt werden, die zu der Beschaffenheit der Erze paßt. Es kann daher der Rohstein des Schachtofens eben so kupferreich und reiner als der aus dem Flammofen sein, obgleich die Haufenröstung der Flammofenröstung in Beziehung auf die Fortschaffung des Arsens und Antimons weit nachsteht.

In beiden Fällen vertheilt sich das Zinn, welches die Erze als Oxyd enthalten, zwischen Stein und Schlacke.

Nimmt man eine gemischte Methode an, d. h. Röstung im Flammofen und Rohschmelzen im Schachtofen, so wird es sicher möglich sein, einen weit reinern Stein als den aus denselben Erzen zu erlangen, der durch das englische oder das deutsche Verfahren erzeugt worden ist.

Bei der Zugutemachung unreiner Erze von einem einzigen Fundort verdient der Schachtofen stets den Vorzug vor dem Flammofen, weil es alsdann weit wichtiger ist, daß der Schmelzprozeß zur Wegschaffung eines Theils von den nachtheiligen Substanzen dient, da eine unvollkommene Röstung im Flammofen stets einen bedeutenden Theil in den Erzen läßt.

Dritter Prozeß. — Rösten des Rohsteins. — Einrichtung der Röststadeln. — Die Stadeln sind gewöhnlich unter einem Schoppen angebracht und gegen die beiden langen Seiten des Gebäudes angelehnt; sie sind durch Ziegelsteinmauern von höchstens 2 Met. Höhe von einander getrennt. Die horizontalen Dimensionen sind wenig verschieden, indem sie gewöhnlich aus 1,50 Met. Breite auf 2,50 bis 3 Met. Tiefe bestehen. In der Hütte zu Boston ist jede Stadel mit einem Gewölbe versehen und steht mit einer gemeinschaftlichen Esse für alle Stadeln in einer Reihe in Verbindung. Der Stein und das Brennmaterial werden auf einen Rost geworfen, der nur in geringer Höhe über dem Boden angebracht ist; die vordere Seite der Stadeln wird mit einer trocknen Ziegelsteinmauer verschlossen, sobald die Füllung der Stadeln beendigt ist. In Deutschland sind die Stadeln oben offen, Stein und Brennmaterial werden in abwechselnden Schichten aufgestürzt. Auf der Sohle befindet sich eine Schicht von kleinem Holz, darauf kommt eine Lage von großen Rohsteinstücken, dann kleines Holz und Kohlen und obenauf die kleinen Steinstücke. Die vordere Seite der Stadeln wird nur durch große Steinstücke verschlossen, zwischen denen man am untern Theile die nothwendigen Oeffnungen zum Anzünden und zum Lufteintritte läßt.

Beide Einrichtungen haben viel Aehnliches, allein die chemischen Reactionen erfolgen schneller und regelmäßiger in den gewölbten Stadeln und man braucht daher den Rohstein keine so große Anzahl von Feuern zu geben.

Betrieb. — Wir nehmen hier die Einrichtung der Stadeln in der Hütte zu Boston als Beispiel an: auf dem Rost bringt man eine Schicht von Holz in kleinen Stücken, welche nur geringen Werth haben, darauf wirft man den mit Hämmern zerschlagenen Rohstein; die größten Stücken kommen auf das Holz, die kleinern oben hin. Der Haufen erhebt sich nicht bis zum Gewölbe, sondern es befindet sich die obere Fläche in der Höhe des Fuchses, welcher die Gase in die Esse leitet. Man verschließt die vordere Seite des Stadels mit Ziegelsteinen, indem man die ganze Seite

ter dem Rost frei läßt. Man entzündet das Holz von der untern Seite des Rostes aus und so viel als möglich der ganzen Ausdehnung nach; die Verbrennung des Holzes bringt den Stein in eine hinlänglich hohe Temperatur, damit der Schwefel und die Metalle sich mit dem Sauerstoff der Luft verbinden können. Die Oxydation entwickelt weit weniger Wärme als die der Erze, weil nur wenig Schwefel vorhanden ist. Dennoch ist die erzeugte Wärme hinreichend, um die verschiedenen Theile des Haufens nach und nach in eine Temperatur gelangen zu lassen, in welches die Oxydation erfolgen kann. Die Verbrennung erhebt sich nach und nach bis zu dem obern Theile, ohne daß man nöthig hätte, eine zweite Brennmaterialschicht zwischen zu legen, wie dieß bei den deutschen Stadeln gewöhnlich der Fall ist.

Wenn der Stadel erkaltet ist, so nimmt man die Ziegelsteinmauer weg, entleert den Stadel und wirft alle etwas große Stücke bis zu deren Kern die Luft nicht durchdringen konnte, bei Seite, um sie einer zweiten Röstung oder einem zweiten Feuer zu unterwerfen.

Zum zweiten Feuer wendet man mehr Brennmaterial an, um alle Stücke erhitzen zu können, so daß die Oxydation möglichst vollständig erfolgt.

Ein drittes Feuer ist nur bei sehr dichtem Rohstein und bei sehr großen Stücken erforderlich.

Reaction. — Der Stein enthält fast 30 Proc. Schwefel und 30 bis 35 Proc. Kupfer, einen bedeutenden Theil Eisen, ferner Zinn, Blei, Zink, Arsen und Antimon, in veränderlichen Verhältnissen je nach der Beschaffenheit der Erze, welche zu Gute gemacht werden. Er wird aus dem Sumpf in gewöhnlich dünnen Scheiben abgehoben, damit sein Zerschlagen mit dem Hammer nicht so schwierig ist, und hauptsächlich damit bei der Röstung in Stadeln die Oxydation bis zu den Kernen der Stücke dringen kann. Man muß die Dicke der Scheiben nach der Dichtigkeit des Steins und nach dem Grade der Oxydation einrichten, dem man durch die Röstung erlangen will.

Die Stücke sind stets sehr unregelmäßig; die leeren Räume, durch welche die Luft und die Gase strömen müssen, sind sehr zahlreich aber sehr klein, sobald man die kleinen mit den großen Stücken vermengt. Der Zug kann sehr leicht bewirkt werden und dennoch wird die Luft genöthigt, sich in einer Menge von sehr engen Kanälen zu vertheilen. Die Verbrennung des Holzes auf dem Rost erhitzt die ganze Füllung, den Stadel und den Fuchs; sie bringt die Rohsteinstücken, die in unmittelbarer Berührung mit dem Brennmaterial stehen, zu einer hinreichend hohen Temperatur, so daß der Schwefel und die Metalle sich mit dem Sauerstoff der Luft verbinden.

Wenn das Holz verbrannt ist, so beginnt die Röstung in einer bedeutenden Höhe über dem Rost, die Luft kann nicht schnell ihres Sauerstoffes beraubt werden, weil die Berührung mit den oxydirbaren Körpern nur an der Oberfläche der Stücke statt findet und weil der Stein keinen Schwefel destilliren läßt. Die Höhe der Zone, in welcher die Oxydation erfolgt, ist weit größer als in den großen Rösthaufen; sie wird noch durch die Lebhaftigkeit des Zuges, den die Esse hervorbringt, vermehrt.

Die Oxydation ist an der Oberfläche der Stücke leicht [illegible] dringt aber schwierig und langsam in das Innere. Die ent[illegible] ist nicht sehr groß und nur hinreichend, um [illegible] in [illegible] tion erforderlichen Temperatur zu erhalte[illegible]

Unter diesen Beding[illegible]

Säure; Arsen und Antimon verflüchtigen sich größtentheils als arsenichte Säure und Antimonoxyd; die Metalle oxydiren sich. Es bildet sich nur eine sehr geringe Menge von Arseniaten, Antimoniaten und Sulfaten.

In dem Maß, daß die Reactionen in der Nähe des Rostes mehr vorgerückt sind, kann die Luft Sauerstoff auf einer größern Höhe beibehalten und es steigt die Verbrennung nach und nach bis zu dem obern Theil des Haufens.

Es muß ein großer Unterschied zwischen den großen und kleinen Steinstücken gemacht werden: bei den letztern kann die genaue Berührung der Luft nur an der Oberfläche statt finden, während sie in das Innere nur schwer eindringt, und es ist folglich der Sauerstoff in unzureichender Menge vorhanden. Daraus folgt, daß der Schwefel, das Arsen und Antimon fast vollständig in allen den Theilen, welche die Luft erreichen kann, verflüchtigt werden können.

Bei den kleinen Stücken dagegen ist die Luft fast während der ganzen Dauer der Oxydation im Ueberschuß vorhanden, und es müssen sich daher wesentliche Mengen von Arseniaten und Antimoniaten bilden.

Das Zerschlagen des Steins ist daher von wesentlicher Wichtigkeit; man muß so viel als möglich zu kleine Stücke vermeiden. Andrerseits muß die Dicke der Scheiben und folglich der Stücke nicht so groß sein und muß sich auch nach dem Dichtigkeitsgrade des Steins richten.

In dem zweiten Falle, zu welchem man blos große Stücke nimmt, muß man viel Brennmaterial verwenden, um die ganze Füllung in die Temperatur zu versetzen, in welche die Oxydation statt finden kann. Die Stücke werden von der Luft nur langsam und schwierig durchdrungen; die Verbindung des Schwefels und der Metalle mit dem Sauerstoff entwickelt kaum so viel Wärme, um die von dem Brennmaterial hervorgebrachte Temperatur erhalten zu können.

In noch viel stärkerm Maß ist dieß bei den folgenden Feuern der Fall. Bei allen diesen Prozessen ist der Sauerstoff stets in nur geringer Berührung mit den oxydirbaren Körpern, zu denen er nur dadurch gelangen kann, daß er die Rinde der schon bei den ersten Röstungen gebildeten Oxyde durchdringt; der größte Theil des Arsens, des Antimons und des Schwefels kann vertrieben werden.

Zinn, Blei und Zink werden oxydirt, bleiben aber gänzlich im Stein zurück.

Die Röstung in Stadeln ist daher vollkommen zu dem damit zu erreichenden Zweck geeignet; derselbe besteht in der Oxydation des Eisens, des Bleies und des Kupfers, in der Vertreibung eines großen Theils von dem Schwefel, Arsen und Antimon. Nur das Zinn kann durch diesen Röstprozeß nicht aus dem Stein entfernt werden.

Vergleichung mit den Flammofenrösten. — Bei der Zu[illegible]menmachung der kiesigen Erze im Flammofen kann die Rohsteinröstung viel [illegible] werden, ganz nach dem Verhältniß der geschwefelten Erze, [illegible]nden Schmelzen benutzen kann. Sind diese Erze in hin[illegible]orhanden, so muß man bei dem Steinrösten die Oxyda[illegible]driger Temperatur und beim Hinzuströmen einer sehr be[illegible]e verlängern: man vertreibt dadurch den größten Theil [illegible]sens und Antimons. Hat man keine reinen geschwefelten [illegible]onsperiode beschränken und in dem geröstete[illegible]

Stein einen großen Theil des Arsens und Antimons lassen, um den Schwefel, der zum folgenden Prozeß nothwendig ist, nicht zu vertreiben. Es ist daher unmöglich, die Röstung zur Reinigung des Steins benutzen zu können.

Bei der Zugutemachung im Krummofen dagegen, muß die Reduction der in dem gerösteten Stein enthaltenen Oxyde hauptsächlich durch das Kohlenoxyd erzeugt werden, und man braucht daher in diesem Producte wenig Schwefel zu lassen. Durch Vervielfachung der Röstfeuer, durch eine zweckmäßige Dicke der Steinscheiben und eine zweckmäßige Größe der zerschlagenen Stücke kann man die Oxydation langsam fast bis zum Kerne der Stücke gelangen lassen, so daß in dem gerösteten Stein nur wenig Schwefel, Arsen und Antimon bleibt.

Die Stadelröstung bei dem Schachtofenprozeß ist daher zur Vertreibung der beiden nachtheiligen Substanzen im Allgemeinen zweckmäßiger, als das Flammofenrösten bei der englischen Methode.

Bei beiden Methoden bleiben Zinn, Zink und Blei in dem gerösteten Stein.

Vierter Prozeß. — Schwarzkupferschmelzen. — Das Schwarz- oder Rohkupferschmelzen, Rostdurchstechen oder Schwarzmachen wird in Krummöfen von geringer Höhe bewirkt, deren Form und Einrichtung nach der Beschaffenheit der zu Gute zu machenden Erze und der Brennmaterialpreise verschieden sind. Man sucht gewöhnlich die Reductionskraft um so mehr zu vermindern, je mehr Eisenoxyd, Arseniate und Antimoniate der geröstete Stein enthält.

Die Beschickung. — Die Beschickung besteht aus folgenden Substanzen:

Aus geröstetem Rohstein, welcher Metalloxyde, Schwefelverbindungen und etwas schwefelsaure, arsensaure und antimonsaure Verbindungen enthält.

Aus weichen und armen oxydirten und kohlensauren Erzen, die nur wenig, gewöhnliche thonige oder quarzige Gangarten enthalten.

Aus Gaarschlacken, Ueberresten vom Herde und Ofenwänden aus verschiedenen Gekrätzen und andern kupferhaltigen Substanzen, die aber nur wenig Zinn, Arsen und Antimon enthalten. Diese Substanzen bringen noch Quarz und Thon in die Beschickung, welche zur Verschlackung des Eisenoxyds sehr zweckmäßig sind.

Aus den kieseligen Schlacken vom Rohschmelzen, welche Kupfersteinkörner enthalten, übrigens aber arm an Kupfer sind. Sie sind zu den in den Ofen statt findenden Reactionen unerläßlich und müssen in einem um so größern Verhältniß zugeschlagen werden, je mehr Eisenoxyd verschlackt werden soll.

Betrieb. — Diese Materialien werden an der Vorderseite des Ofens aufgegeben, die Kokes dagegen an der Brustseite; die Nase wird lang genug geführt, um den Wind bis zum Brennmaterial zu leiten. Die Schlacken fließen frei über das Gestübbe des Vortiegels. Das Schwarzkupfer, der Stein und die Schlacke, welche in dem Tiegel enthalten sind, werden in den oder in die Sümpfe abgestochen, je nachdem der Ofen als Sumpf- oder als Brillenofen vorgerichtet ist. Auf diese speciellen Betriebsverhältnisse brauchen wir uns hier nicht einzulassen, sondern können unmittelbar zur Erläuterung der chemischen Reactionen übergehen.

Diese Reactionen sind ähnlich denen, welche wir weiter oben bei dem

Rohschmelzen aus einander gesetzt haben und wir brauchen daher hier nur die Unterschiede anzugeben.

In dem Maß, daß die Gichten nach der Form zu vorrücken, erleiden die Materialien, aus denen die Beschickung besteht, die reducirende Einwirkung des Kohlenoxydes und der Kokes bei einer fortschreitend höhern Temperatur. Es ist wesentlich, daß der größte Theil des Kupferoxydes zersetzt und das Kupfer in den metallischen Zustand zurückgeführt werde, ehe die aufgegebenen Schlacken in Fluß kommen. Zu gleicher Zeit muß das Eisenoxyd in Oxydul verwandelt sein und es muß das Letztere durch seine Verbindung mit der Kieselerde fast vollständig gegen eine gänzliche Reduction gesichert werden.

Sulfurete und hauptsächlich Eisensulfuret sind nur in einem geringen Verhältniß in der Beschickung vorhanden und müssen zur Steinbildung dienen. Man muß dahin sehen, daß davon so wenig als möglich in dem gerösteten Stein bleibt, weil die Reinigung dieses Productes um so viel größer, je weiter die Röstung getrieben worden ist. Man muß daher bei dem Schwarzkupferschmelzen nur sehr wenig Eisensulfuret zur Reinigung der aufgegebenen oder in dem Ofen gebildeten Silicate zu benutzen suchen; man muß die größtmögliche Kupferoxydmenge vor dem Schmelzen der Silicate durch das Kohlenoxyd und die Kohle reduciren, man muß aus demselben Grunde nur sehr wenig kieselige Erze oder reiche Schlacken, deren Reduction eine bedeutende Menge von Sulfureten erfordern würde, bei dem Schmelzen zuschlagen; man würde genöthigt sein die Röstung und die Reinigung des Steins nicht zu weit zu treiben, wenigstens wenn man nicht sehr reiche geschwefelte Erze in entsprechendem Verhältniß zur Hand hat.

Dennoch würde es möglich sein, die Silicate bei Schonung der Sulfurete zu reinigen, indem man den Ofen so vorrichtete, daß ein Theil des Eisenoxydes zu Metall reducirt würde. Dieses metallische Eisen würde es alsdann sein, durch welches das in den Silicaten gebundene Kupfer reducirt würde. Ein solcher Betrieb muß aber so viel als möglich vermieden werden, weil man nicht Herr der Menge des reducirten Eisens sein kann. Fast stets würde man eine überschüssige Eisenmenge erhalten, welche sich im Stein und im Schwarzkupfer vertheilen mußte. Die Schlacken würden sehr rein sein, oder der Stein würde viel Eisen enthalten. Das Schwarzkupfer würde sehr eisenhaltig werden und sein Gaarmachen würde große Schwierigkeiten haben. Das Schwarzkupfer und der Stein würden übrigens weit unreiner sein, denn die Hauptbedingung der partiellen Fortschaffung des Arsens und Antimons und die Verschlackung von einem Theile des Zinnoxydes besteht in der Beschränkung des Reductionsvermögens von dem Kohlenoxyde vor dem Schmelzen der Silicate.

Es ist daher sehr wesentlich, das Schwarzkupferschmelzen in niedrigen Oefen zu bewirken und den Prozeß um so langsamer zu führen, je mehr Eisenoxyd, hauptsächlich aber Arsen und Antimon der geröstete Stein enthält. Das Verhältniß der kieseligen Schlacken ist hauptsächlich mit den Mengen an Eisen und Zinnoxyd verschieden.

Mag aber auch der Betrieb in allen seinen Theilen noch so sorgfältig geführt werden, so gelangt man nicht dahin, alle nachtheiligen Substanzen zu vertreiben oder zu verschlacken; es bleibt in dem Schwarzkupfer mit dem Schwefel und Eisen stets ein mehr oder weniger kleines Verhältniß Arsen, Antimon, Zinn, Zink, Blei u. s. w. zurück, sobald die Er-

oder mehrere dieser Substanzen enthalten. Man darf höchstens hoffen bei diesem zweiten Schmelzproceß ein Schwarzkupfer zu erhalten, welches rein genug ist, um gaar gemacht werden zu können.

S e h r u n r e i n e E r z e. — Man kann aber dahin nicht gelangen, wenn man Fahlerze, selbst wenn sie mit dem 4= oder 5fachen von kiesigen Erzen, von Schwefelkies vermengt sind; man muß die Zugutemachung modificiren und beim zweiten Schmelzen, indem man der Beschickung reine kiesige und geschwefelte Erze zusetzt, einen Stein darstellen.

Dadurch erhält man zwei Prozesse mehr: die Röstung des Concentrationssteins in Stadeln und das Verschmelzen des gerösteten Concentrationssteins auf Schwarzkupfer.

In dem Fall, in welchem es unmöglich ist, sich geschwefelte Erze zu verschaffen, um die Production des zweiten Steins zu befördern, oder auch in den Hütten, die nur eine einzige Erzsorte verschmelzen können, ist es nothwendig, nach den verschiedenen Röstungen in Stadeln eine hinreichende Menge von Sulfureten zurückzulassen, damit man bei den Schmelzungen nur Stein erhält; man benutzt diese Prozesse nur theilweis zur Vertreibung des Arsens und Antimons. Das bei dem dritten Schmelzen erlangte Schwarzkupfer ist noch unrein, um gaar gemacht werden zu können. Man muß daher nur einen Stein darstellen, ihn abrösten und einem vierten Schmelzen unterwerfen.

Diese Vervielfachung der Röst= und Schmelzprozesse nur auf Stein, von denen sich jedoch mehre Beispiele aufführen lassen, ist eben so mühsam als unrationell, denn die Bedingung bei den verschiedenen Schmelzprozessen, nur Stein darzustellen, ohne der Beschickung kiesige oder geschwefelte Erze zuschlagen zu können, macht es erforderlich, die successiven Röstungen, sowohl in Haufen als auch in Stadeln nicht weit zu treiben. Man benutzt die Prozesse, welche die Vertreibung von dem größten Theil der nachtheiligen Substanzen zum Zweck haben nur sehr unvollkommen und um so weniger, je mehr man die Zahl der Schmelzungen zu vervielfachen beabsichtigt.

Es ist daher bei der Zugutemachung unreiner Erze unerläßlich, reine kiesige und geschwefelte Erze benutzen zu können, die man in größerm oder geringerm Verhältniß bei den successiven Schmelzungen zuzuschlagen im Stande ist.

Man ersieht aus diesen allgemeinen Betrachtungen, daß das Verfahren in Schachtöfen, sehr einfach bei Erzen, die nur wenig Arsenkies, Fahlerz, arsensaure Salze, Zinnoxyd u. s. w. enthalten, ein sehr verwickeltes wird, sobald diese Erze viel von diesen Mineralgattungen enthalten. Die Schwierigkeit der Zugutemachung wird in diesem letztern Falle weit größer, wenn man bei dem letzten Schmelzprozesse keine reinen Erze benutzen kann.

Endlich ist der Schwefel in einem bedeutendem Verhältniß unerläßlich zur Bildung des nach und nach fallenden Steins, er ist es ganz besonders zur Zugutemachung der Fahlerze allein und ohne Beschickung mit kiesigen Erzen im Schachtofen.

Diese Bemerkungen lassen sich aber ebenfalls bei den englischen Kupferhüttenprozessen anwenden: der bei dem vierten Prozeß fallende Stein kann nur dann hinlänglich rein sein [illegible] Röstschmelzen zu gelangen, wenn man die unreinen Erze m[illegible]eutendem Verhältniß von kiesigem Erz beschicken und bei [illegible]n auf Stein solche kie=

sige und geschwefelte Erze benutzen konnte, die vollkommen frei von Zinn, Arsen und Antimon sind.

Bei dem Verfahren in den Krummöfen kann man bei den Schmelzprozessen einen gewissen Theil des Arsens und Antimons fortschaffen; die Reinigung kann daher schneller bewirkt werden. Daher giebt denn auch, wenn Erze von verschiedenen Vorkommnissen zu Gute gemacht werden sollen, wie bereits zu Anfang des §. 1, der vierte Prozeß der englischen Methode nur einen Stein, während das zweite Schmelzen im Krummofen so viel und hinlänglich reines Schwarzkupfer giebt, um zum Gaarmachen gelangen zu können.

Fünfter Prozeß. — Das Gaarmachen des Schwarzkupfers im kleinen Gaarherde. — Das Schwarzkupfer kann eben so gut im kleinen Herde als im Flammofen gaar gemacht werden. Die Reactionen sind fast dieselben und können fast in gleichem Grade in beiden Apparaten zur Reinigung des Kupfers benutzt werden. Der Flammofen ist in Beziehung auf den Haushalt vorzuziehen, zuvörderst weil man eine weit größere Gewichtsmenge verarbeitet und dann auch, weil auf das Gaarmachen sogleich das Raffiniren folgen kann.

Nach dem schon weiter oben Gesagten bleibt uns nur noch übrig das Gaarmachen im kleinen Herde zu untersuchen, um das allgemeine Studium aller Kupferhüttenprozesse zu vollenden.

Der Herd hat dieselbe Einrichtung wie der bei der Hütte zu Perm beschriebene. Das in Stangen gegossene Schwarzkupfer wird in geringer Entfernung der Düsenöffnung gegenüber gelegt. Man schmilzt es langsam nieder, wobei man dahin sieht, daß die Tropfen des Metalles durch die Verbrennungszone fallen; die Schmelzung erfolgt in einer oxydirenden Atmosphäre.

Wenn die Charge geschmolzen ist, so wird die Düse auf das flüssige Metall gerichtet, so daß ein Theil des Windes als Oxydationsmittel auf das Kupfer einwirken kann, während der andere Theil, indem er die Kohle verbrennt, dazu dient, die Temperatur so hoch zu erhalten, als es die Reaction erfordert.

Es entstehen Schlacken, deren Kieselerde von dem Thon des Gestübbes und von dem entnommen ist, welche man unter der Düse anbringt, um diesen Theil des Herdes zu erhalten. Die Basen sind Metalloxyde, welche in dem Schwarzkupfer enthalten sind; Kupferoxydul ist immer in bedeutender Menge vorhanden.

Die Schlacken werden weggenommen in dem Maß als sie sich auf der Oberfläche des Metalles vereinigen; hört ihre Bildung auf, so kann der Gaarmacher überzeugt sein, daß das Kupfer ziemlich rein von Eisen, Zinn u. s. w. ist.

Nachdem die Schlacken weggenommen worden sind, läßt man die Wirkung des Windes fortdauern und bringt das Metall auf eine sehr hohe Temperatur und zwar bis zu dem Augenblick, in welchem ein sehr lebhaftes Aufkochen die Reaction des Sulfurets auf das Kupferoxydul andeutet. Hat dasselbe aufgehört, so enthält das Kupfer keinen Schwefel mehr; man läßt alsdann den Gebläsewind noch als Oxydationsmittel einwirken, bis daß das Bad einen merklichen Theil Kupferoxydul aufgelöst enthält. Der Gaarmacher nimmt eine Probe mit einer eisernen Kelle, läßt sie langsam erkalten und zerbricht sie in einem Schraubstock. Er betrachtet das Gaarmachen als

beendigt, wenn die Versuche ihm andeuten, daß das Verhältniß des Kupferoxyduls und die Einwirkung des Windes nach und nach zunimmt.

In diesem Augenblick zieht man die Kohlen von dem flüssigen Metall ab und hebt das Kupfer in Rosetten oder Scheiben ab und gießt es in Formen aus.

Reactionen. — Während der langsamen Schmelzung des Kupfers in einer geringen Entfernung von der Düse und innerhalb der oxydirenden Zone, oxydiren sich alle in dem Schwarzkupfer enthaltenen Substanzen theilweis. Ein geringer Theil des Schwefels, Arsens und Antimons kann durch die Bildung von schweflichter und arsenichter Säure und von Antimonoxyd wieder vertrieben werden; die Hauptwirkung des Sauerstoffs wird aber auf das Kupfer ausgeübt, welches in einem größern Verhältniß als andern Substanzen vorhanden ist.

Es kann folglich sowohl im kleinen Herde als auch im Flammofen, während der ersten Periode des Gaarmachens bei der langsamen Schmelzung in einer oxydirenden Atmosphäre nur eine geringe Menge des Schwefels, Arsens und Antimons in dem Schwarzkupfer verflüchtigt werden.

Wenn alles gaar zu machende Kupfer eingeschmolzen ist, so läßt man den Wind auf dessen Oberfläche einwirken und es wird dadurch Kupferoxydul erzeugt; ein kleiner Theil von den fremdartigen Beimengungen kann durch directe Wirkung des Windes oxydirt werden, es ist dieß das Kupferoxydul, das Agens der Reinigung. Es wird sehr schnell durch Eisen und Zink, dagegen nur sehr langsam durch Zinn, Antimon und Arsen zersetzt; es kann nur dann auf den Schwefel einwirken, wenn es in einem bedeutenden Verhältniß in dem flüssigen Metall aufgelöst ist, d. h. am Ende des Prozesses.

Die ersten Producte der zweiten Periode des Gaarmachens sind die Eisen- und Zinkoxyde, welche auf die Oberfläche gelangen, sich zum Theil mit der Kieselerde der Wände verbinden und Schlacken oder Gekrätz bilden, welche viel Kupferoxydul zurückhalten. Indem man sie nun mit einem Krahl abzieht, nimmt man auch viel Kupferkörner mit. Dieses Gekrätz und diese Schlacken sind daher sehr reich, sie sind aber auch zu gleicher Zeit sehr rein, denn die sehr große Verwandtschaft des Kupfers zum Arsen, Antimon, Zinn und Schwefel, die noch durch das große überwiegende Verhältniß des Kupfers vermehrt wird, widersetzt sich der Einwirkung des Oxyduls auf die verschiedenen Körper.

Das Zink dagegen wird schwieriger oxydirt als das Eisen und es bleibt daher immer ein kleiner Theil in dem Kupfer zurück.

Gewisse Erze enthalten etwas Nickel, zuweilen so wenig, daß es die Analyse nicht erkennt. Bei den verschiedenen Prozessen der Zugutemachung concentrirt sich das Nickel größtentheils in dem Stein und endlich im Schwarzkupfer; während des Gaarmachens verhält es sich wie Zink, d. h. die Verwandtschaft des Kupfers widersetzt sich der vollständigen Oxydation des Nickels durch das Kupferoxydul.

Man kann den größten Theil des Nickels in das Gekrätz oder die Schlacken übergehen lassen, jedoch nur unter der Bedingung, daß ein sehr bedeutender Theil des Kupfers oxydirt wird.

Es entspricht daher die [illegible] Schlacken hauptsächlich der Oxydation des Eisens durch d[illegible] in Theil des Zinkes und des Nickels können oxydirt w[illegible] Einwirkung ist langsam und

würde nur dann vollständig sein, wenn man einen bedeutenden Kupferverlust zuließe. Das Zinn wird nur theilweis und schwieriger oxydirt als das Nickel.

Die Einwirkung einer geringen Menge von Kupferoxydul im Verhältniß zu der großen Menge von metallischem Kupfer ist bemerkenswerth und verdient speciell untersucht zu werden. Das in dem Kupfer aufgelöste Oxydul wirkt auf dieselbe Weise, wie auf dem nassen Wege eine Lösung, welche Kupferchlorid enthält, dieselben Sulfurete zersetzt: die Metalle sind aufgelöst, das Kupfer ist gefällt und der Schwefel wird frei. Der einzige Unterschied ist der, daß bei der Wirkung auf dem trocknen Wege der durch einen großen Ueberschuß metallischen Kupfers freigemachte Schwefel sich mit ihm verbindet, so daß das Ganze dieser chemischen Reaktion eine Reihe doppelter Zersetzungen der Sulfurete durch das Oxydul gleich ist. Das Eisen und das Zinksulfuret wirken weit leichter als das Nickel- und Zinnsulfuret, allein es kann bei diesen letzteren die Einwirkung dennoch vollständig sein.

Es bleibt noch zu erklären, warum sich das Eisen beim Gaarmachen leichter abscheidet, als die übrigen Metalle. Das Eisen hat keine chemische Verwandtschaft zum Kupfer, es kann daher in dem Schwarzkupfer nur in Verbindung mit Schwefel, Arsen und Antimon in dem Kupfer aufgelöst, enthalten sein. Die Einwirkung des Oxyduls ist daher leicht vollständig; sie ist übrigens dieselbe bei dem Arsen- und Antimoneisen, als wie bei dem Schwefeleisen; das durch die Oxydation des Eisens abgeschiedene Arsen und Antimon verbinden sich mit dem überschüssigen Kupfer.

Dagegen sind Zink, Nickel und Zinn nicht allein mit dem Arsen, Schwefel und Antimon verbunden, sondern auch wesentlich mit dem Kupfer.

Die Einwirkung des Kupferoxyduls auf die Verbindung dieser Metalle mit dem Schwefel, Antimon und Arsen ist vollständig und verhältnißmäßig schnell.

Sie ist dagegen außerordentlich langsam auf die Verbindungen dieser Metalle mit dem Kupfer; die Zersetzung wird durch die größern oder geringern Differenzen der chemischen Verwandtschaft bestimmt; sie kann aber nur beim Vorhandensein einer großen Menge von Kupferoxydul entstehen.

Man sieht aber zu gleicher Zeit, daß die wesentliche Bedingung bei der leichten Verschlackung des Eisens darin besteht, daß dieses Metall gänzlich mit dem Schwefel verbunden ist. Von Arsen und Antimon kann hier nicht weiter die Rede sein, indem diese beiden Körper mittels des Gaarmachens nicht vortheilhaft von dem Körper abgeschieden werden können; es ist daher nothwendig, daß Schwarzkupfer davon nur wenig enthalte. Ist viel Eisen im Verhältniß zum Schwefel vorhanden, so ist ein Theil davon metallisch und sehr regelmäßig in dem Schwarzkupfer vertheilt; seine vollständige Oxydation erfolgt alsdann sehr langsam und erfordert eine weit größere Oxydulmenge.

Beim letztern Theil des Gaarmachens, sobald das Oxydul in hinlänglich bedeutender Menge aufgelöst ist, wirkt es auch die Verbindungen des Kupfers mit dem Schwefel, Antimon, Arsen, Zinn, Zink u. s. w.

Die Einwirkung auf das Sulfuret ist bei weitem die leichteste, sie giebt schweflichte Säure und metallisches Kupfer; die Entwicklung der schweflichten Säure erfolgt schnell und veranlaßt ein wirkliches Aufkochen, dessen End

die fast vollständige Reinigung des Kupfers andeutet, sobald man nur reine Erze Zugute gemacht hat.

Macht man aber Schwarzkupfer gaar, welches noch eine bedeutende Menge von Arsen, Antimon, Zinn und Zink u. s. w. enthält, so beweist das Aufhören des Aufkochens nur, daß fast aller Schwefel vertrieben ist, wogegen in dem Kupfer noch wesentliche Mengen von fremdartigen Metallen zurückbleiben. Setzt man die Oxydation fort, so verliert man das Verhältniß des Kupferoxyduls und veranlaßt die langsame Oxydation des Nickels, Zinks und selbst des Zinnes; man darf aber nicht hoffen, daß das Oxydul auf das Arsen und Antimon einwirken kann, ohne daß der größte Theil des Kupfers oxydirt wird.

Man kann das Kupfer dadurch reinigen, daß man eine geringe Menge von metallischem Blei zusetzt, welches zu Boden fällt, und aus dem Kupfer einen Theil des Zinnes und Antimons hinwegnimmt, dagegen aber kein Arsen abscheidet. Der Zusatz von Blei ist unnöthig, wenn die Erze Bleiglanz enthalten, weil das Blei, wenigstens derjenige Theil, der bei den verschiedenen Prozessen nicht verflüchtigt worden oder der nicht in die Risse des Herdes eingedrungen ist, sich in dem Schwarzkupfer sammelt und dessen Reinigung benachtheiligt.

Man sieht, daß die Reaktion des Gaarmachens im Flammofen und im kleinen Herde fast dieselben sind; sie sind leicht zu verfolgen und zu reguliren, wenn man geringe Mengen von Schwarzkupfer verarbeitet; der aber daraus für das Gaarmachen im kleinen Herde entstehende Vortheil ist jedoch nicht hinreichend, um den größern Brennmaterialverbrauch und die vermehrten Arbeitslöhne auszugleichen.

Bei den beiden Methoden kann während des erstern Theils des Prozesses, die langsame Schmelzung in einer oxydirenden Atmosphäre allein nur einen geringen Theil des Arsens und Antimons verflüchtigen.

Das Eisen läßt sich leicht verschlacken, wenn es nicht im Verhältniß zum Schwefel in zu großer Menge vorhanden ist. Schwieriger ist es, das Zink und das Nickel in das Gekrätz oder die Schlacken gelangen zu lassen, und noch schwieriger ist dies bei einem Theile des Zinnes. Die Verflüchtigung des Schwefels als schweflichte Säure ist leicht vollständig; ein kleiner Ueberschuß des Schwefels ist für die Oxydation aller fremdartigen Metalle nützlich.

Das Gaargemachte Kupfer enthält stets einen Theil des Zinnes und den größten Theil des Arsens und Antimons, welche mit dem Schwarzkupfer verbunden sind.

Man muß daher bei den Prozessen, welche dem Gaarmachen vorausgehen, die der Beschaffenheit des Kupfers nachtheiligen Substanzen zu vertreiben oder zu verschlacken suchen; der Hauptzweck des Gaarmachens ist der, das Kupfer von dem Eisen und Schwefel zu befreien.

Sechster Prozeß. — Das Raffiniren. — Da wir den Raffinir-Prozeß bereits weiter oben speziell beschrieben haben, so brauchen wir hier nicht wieder darauf zurückzukommen. Sowohl im kleinen Herde als im Flammofen hat er nur den Zweck, das Kupfer geschmeidig zu machen, so daß es weiter verarbeitet werden kann, indem ein wesentlicher Theil von Arsen, Antimon und Zinn dadurch nicht entfernt werden kann.

Allgemeine Betrachtun[illegible] [illegible]r die beiden Verfahrungsarten bei der Zugu[illegible] [illegible]esiger Erze auf dem trocknen Wege. — Beide [illegible] [illegible] anzuwenden, wenn es sich darum [illegible] den Mineralgattungen

Kupferkies oder Buntkupfererz nur Schwefelkies und erdige Gangarten enthalten, zu Gute zu machen; die Wahl zwischen den beiden Methoden hängt zum Theil von dem Reichthum der Erze, hauptsächlich aber von den Bedingungen der anzuwendenden Brennmaterialien ab.

Im Flammofen verbrennt man meistens Steinkohlen und nur wenig Holz; im Schachtofen dagegen Holzkohlen und Kokes. Diese Verhältnisse allein sind schon hinreichend zur Annahme der einen oder der andern Methode.

Unglücklicher Weise sind reine Erze Ausnahmen, und der allgemeine Fall, der, welcher die größte Wichtigkeit in der jetzigen Zeit hat, besteht in der Zugutemachung von Erzen verschiedenen Vorkommens, Kupfergehalts und von sehr verschiedener Beschaffenheit. Unreine Erze, z. B. Fahlerze, kann man fast stets zu mäßigen Preisen kaufen, und eine große Hütte hat einen offenbaren Vortheil darin, eine Methode zu wählen, welche die Zugutemachung des größtmöglichsten Verhältnisses von solchen unreinen Erzen gestattet, indem sie ein möglichst gut zu verarbeitendes Kupfer in den Handel bringen, welches seinen Markt leicht findet.

Die Brennmaterialfrage hat alsdann nicht mehr den großen Einfluß auf die Wahl des Prozesses; man muß in diesem Fall die Leichtigkeit, welche der Prozeß für die Zugutemachung verschiedenartiger Erze und zur Vertreibung schädlicher Körper darbietet, sehr wohl berücksichtigen.

Die englische Methode ist zur Zugutemachung von Erzen sehr verschiedenartiger Beschaffenheit sehr wohl geeignet; sie gestattet, aus Erzen mit bedeutendem Arsen und Antimongehalt ein hinlänglich gutes Kupfer zu gewinnen, wenn man bei der Röstung einen bedeutenden Theil von Schwefelkiesen mit den Kupfererzen vermengen, und wenn man auch in die Beschickung beim Rohschmelzen ein entsprechendes Verhältniß von reichen und armen, kiesigen und geschwefelten Erzen einbringen kann.

Die Röstungen sind die einzigen Prozesse, welche zur Vertreibung des Arsens und Antimons benutzt werden können; das Roh- und das Schwarzkupferschmelzen bewirken die Verschlackung des Eisenoxyds und die Concentration des Kupfers in ein mehr oder weniger geschwefeltes Product.

Die Arbeiter müssen sehr geschickt sein, denn sie allein können den Betrieb bei jedem Prozeß je nach den Verschiedenheiten der Erze, gehörig modificiren. Die Hütte muß in der Nähe eines Steinkohlenbeckens stehen, da sehr viel Kohlen verbraucht werden.

Die deutsche Methode hat gegen die englische einen großen Vortheil (außer der Brennmaterialersparung), und dieser besteht darin, daß bei den Schmelzungen im Schachtofen ein bedeutender Theil des Arsens und Antimons entfernt werden kann, und daß sie eben so gut zur Reinigung als zur Concentration benutzt werden können. Die Röstungen in Stadeln geben eben so günstige Resultate, als die im Flammenofen, wogegen aber die Haufenröstung allein mangelhaft erscheint. Sie gestattet eine bedeutende Ersparung an Brennmaterial und Arbeitslöhnen, allein die Hütten müssen bedeutende Materialvorräthe haben. In Beziehung auf die Reaction gestattet die Methode nicht, den ersten Prozeß vollständig zur Verflüchtigung des Arsens und des Antimons zu benutzen; sie giebt oft sehr unregelmäßige Resultate, da die atmosphärischen Veränderungen einen wesentlichen Einfluß darauf ausüben. In haushälterischer Beziehung muß das Betriebscapital für die Hütten, welche Erze ankaufen, weit bedeutender sein. Diese Betrachtungen führen zur Annahme einer gemischten Metho-

bei der Zugutemachung sehr verschiedenartiger Erze, welche ein gewisses Verhältniß von Fahlerzen enthalten. Die Reihe der Hüttenprozesse würde die folgende sein:

1) Fast vollständige Röstung im Flammofen aller unreinen Erze, wobei die Fahlerze mit vielen schwefelkieshaltigen Erzen vermengt werden.

2) Verschmelzen der gerösteten Erze im Schachtofen, mit Zuschlag von reinen und reichen kiesigen Erzen, mit leichtflüssigen Schlacken, mit Schlacken, Gekrätz und Rückständen von den Prozessen selbst, die kupferhaltig sind, zu gleicher Zeit aber Arsen und Antimon eingemischt enthalten. Man würde bei diesem Prozeß einen Stein und Schlacken produciren.

3) Fast vollständige Verröstung des Steins in Stadeln oder im Flammofen, je nach den Brennmaterialpreisen.

4) Verschmelzung des gerösteten Steins auf Schwarzkupfer im Flammofen, mit Zuschlag von oxydirten, kohlensauren und geschwefelten Erzen, die reich und rein sein müssen von kiesigen und allen Schlacken, Gekrätz und Rückständen von den Prozessen, die reich an Kupfer und fast rein sein müssen. Es würden bei diesem Prozeß Schwarzkupfer, eine geringe Steinmenge und Schlacken fallen.

5) Das Gaarmachen und Raffiniren im Flammofen.

Müssen sehr unreine Erze zu Gute gemacht werden, so muß man zwei Prozesse mehr ausführen, nämlich ein Rohschmelzen und eine Röstung, welche zwischen dem 3. u. 4. Prozeß der vorhergehenden Reihe eingefügt würden.

Bei dieser gemischten Methode, sowie auch bei den jetzt angewendeten Methoden würde es zweckmäßig sein, daß die schwefelkieshaltigen Erze, so wie die reichen und reinen kiesigen und geschwefelten Kupfererze, in einem um so bedeutenderen Verhältniß verarbeitet werden könnten, als man auch eine bedeutende Menge Fahlerz zu Gute machen muß.

§. 4.

Erstes Beispiel. — Zugutemachung der kiesigen Erze in der englischen Grafschaft Wales.

Man baut in England sehr wichtige Kupferbergwerke, welche im Allgemeinen arme und unreine Erze schütten. Es sind fast immer kiesige und geschwefelte Erze, deren Gangarten aus Schwefelkies, Arsenkies und Quarz bestehen; der mittlere Gehalt der aufbereiteten Erze beträgt 7 und 8 Procent. Betriebsmittelpuncte befinden sich in Cornwall, Devonshire und in Irland; ihre durchschnittliche Production ist sehr veränderlich, jedoch kann man sie im Durchschnitt zu 200,000 Tonnen Erz annehmen.

Diese Erze werden nicht allein in [illegible] Hütten zu Gute gemacht, die nördlich von der Bucht von Bri[illegible] der in dessen N[illegible]barschaft, sowie auch in der Näh[illegible] handen sind. [illegible] beschickt diese britischen Erze mi[illegible] andern, [illegible] gemeinen hinlänglich re[illegible] en der [illegible] durch englische Sch[illegible] zuwe[illegible] als Ballast einge[illegible] taaten [illegible] Cuba, Austra[illegible] die

Spanien, die Länder am mittelländischen Meere, selbst Algerien senden ungeheure Massen von Kupfererzen von Swansea und nach Liverpool. Die Hüttenbesitzer können durch Zugutemachung dieser Erze bedeutenden Gewinn machen, da England in dem jetzigen Augenblick fast der einzige Markt für diese Erze ist.

Die Hütten bei Swansea sind die ältesten und jetzt noch die wichtigsten; erst seit wenigen Jahren hat sich das Hüttengewerbe auch in der Nachbarschaft von Liverpool angesiedelt. Es werden sich diese Anlagen sicher, aber sehr schnell ausdehnen, da in Folge der sehr großartigen Handelsverhältnisse, welche der Hafen von Liverpool mit der ganzen Erde unterhält, die Anlieferung der fremden Erze sehr erleichtert. Eine Discussion über die mehr oder weniger günstige Lage der englischen Kupferhütten gehört nicht hierher, da wir uns hier auf eine Beschreibung der in diesen Hütten befolgten Prozesse beschränken müssen. In dieser Beziehung werden hier nur die Hütten in der Umgegend von Swansea betrachtet, und es wird dabei das vortreffliche Werk von Leplay*) zu Grunde gelegt. Wir verweisen wegen des Speciellen der Prozesse auf dieses Werk; in dem vorliegenden können nur die nothwendigen Erläuterungen zum Verständniß der zahlreichen Prozesse und die erlangten Resultate mitgetheilt werden.

Die allgemeine Lage der Hütten. — Die Hütten gehören einer großen Anzahl von Eigenthümern der Actiengesellschaften und befinden sich in fast gleich günstigen Verhältnissen in Beziehung auf den Transport der Erze, Brennstoffe und der verschiedenen andern Materialien. Sie sind an den Ufern kleiner Flüsse aufgeführt, in welchen Schiffe, ohne umzuladen, bis zu den Quais an den Hütten gelangen können. Steinkohlen, Sand, Thon, der als Zuschlag angewendete Flußspath u. s. w. werden durch Kanäle oder Eisenbahnen herbeigeführt, welche in einer etwas höhern Ebene als die Quais liegen. Der Niveau-Unterschied wird dazu benutzt, um die innern Transporte der Erze, der Brennmaterialien und der gewonnenen Producte so bequem als möglich zu machen.

Brennmaterialien. — Man verbrennt in allen Flammöfen ein Gemenge von festen und magern Kohlen, welche Gemenge je nach der Temperatur, deren man zum Gelingen der Prozesse bedarf, verschieden sind. Beim Raffiniren ersetzt man, wenigstens zum Theil, die Holzkohlen durch Anthracit, der vollkommen frei von Schwefelkies ist. Die Brennmaterialpreise betragen auf den Hütten die Tonne, wie folgt:

magere Kohle von . . .	5 Frcs.	— 5,60 Fr.
fette „ . . .	7 „	— 7,50 „
Anthracit	15 „	— — „

Die Asche der fetten und magern Steinkohlen enthält Thon und Eisenoxyd, und backt auf dem Rost sehr stark zusammen. Die Arbeiter können auf den Roststäben sehr dicke schwammige Massen von der zusammengebackenen Masse erhalten. Sie bilden sich daraus einen künstlichen Rost, deren

---

*) [illegible]ung der Hüttenprozesse, welche in Wales zur Darstellung [illegible]det werden. Nebst Untersuchungen über den jetzigen Zustand [illegible] Zukunft der Kupferproduction und des Kupferhandels. Deutsch [illegible]orliegenden Werks. Quedlinburg 1849. — Ueber den eng[illegible]hmelzprozeß, vom Civil-Ingenieur Hyde Clarke zu Lon[illegible] Berg- u. Hüttenm. Zeitung 1859, Nr. 1, 2, 6, 19 u. 24 hie[illegible]zt. H.

sehr enge, aber sehr zahlreiche Zwischenräume der Luft einen leichten Durchgang gestatten, dagegen aber die Staubkohlen, welche man benutzt, in den Aschenkasten zu fallen verhindern. Man findet dieselbe Einrichtung auch in Oberschlesien bei der Zinkofenfeuerung, und es ist dieselbe sehr zweckmäßig, um sehr kleine und sehr magere Kohlen zu benutzen.

Wir behalten auch hier für diese zusammengebackene Asche die Benennung Klinker bei, womit wir schon in dem Leplay'schen Werke das Wort Craja übersetzt haben; den Ausdruck „Klinker" gebrauchen auch die englischen Kupferhüttenleute.

Flußmittel. — Die meisten Erze haben eine quarzige Gangart; das am allgemeinsten angewendete Flußmittel ist der Flußspath, der in einigen Gruben in Cornwall gewonnen wird. Er ist nicht sehr rein, sondern mit einer wesentlichen Menge von Thon vermengt. Die Tonne davon kostet auf den Hütten 12,50 Frcs.

Die Sandherde und die zu den Wänden der Schmelz-, der Röst- und der Raffiniröfen benutzten Ziegelsteine werden durch die Metalloxyde sehr leicht zerfressen; sie liefern zu den letzten Prozessen die zu der Verschlackung des Eisenoxydes erforderliche Kieselerde. Man muß sie daher bis zu einem gewissen Punct als nützliche Reagentien ansehen und bei einer genauen Bilanz aller Prozesse die Abnutzung der Herdsohlen und der Ofenwände in Rechnung bringen.

Man ist übrigens genöthigt, bei den verschiedenen Schmelzprozessen die von kupferhaltigen Substanzen durchdrungenen Theile des Herdes, sowie einen großen Theil von den Ziegelsteinen der Wände, die ebenfalls auf eine gewisse Dicke von den Schlacken, dem Stein oder dem Kupfer durchdrungen sind, wieder mit durchzusetzen, um ihren Metallgehalt wieder zu gewinnen. Der Sand und der Thon, den sie enthalten, vermehrt das Verhältniß der erdigen Materialien, die man bei dem ersten Rohschmelzen verschlacken muß. Bei den folgenden Schmelzprozessen dienen sie als Flußmittel.

Die besten feuerfesten Ziegelsteine kommen von Stourbridge und Stafforshire; ihre Dimensionen sind 0,228, 0,114 und 0,075 Meter; sie kosten auf den Hütten 110—115 Frcs. das Tausend, welches 2880—2900 Kilogramme wiegt. In der Umgegend von Swansea fabrizirt man aus dem Thon, der im Steinkohlengebirge vorkommt, feuerfeste Ziegelsteine, die etwas weniger gut sind, als die von Stourbridge; ihr Preis übersteigt 90 Frcs. das Tausend nicht.

Die Ziegelsteine aus Flintshire sind noch wohlfeiler, indem sie nur etwa 75 Frcs. kosten; dagegen sind sie auch bei weitem weniger feuerfest. Zur Construction der Gebäude und zu dem äußern Mauerwerk der Oefen verwendet man rothe Ziegelsteine von Bridgewater und aus Somerset, die sehr regelmäßig geformt und sehr fest sind; das Tausend kostet gewöhnlich 37—40 Frcs.

Der feuerfeste Sand für die Herdsohlen wird in den Umgebungen der Hütten gewonnen und kostet nicht mehr als 4 Frcs. die Tonne. Der Thon zum Verstreichen der Thüren kostet etwa eben so viel.

Stab- und Gußeisen. — Man verbraucht sehr viel Stab- und Gußeisen zu den Gezähen oder Werkzeugen, den Thüren und zu den Armaturen der Oefen und Essen. Das Stabeisen kostet 180—200 Frcs. die Tonne und das Gußeisen 90 je nach den Dimensionen der Stäbe und den Formen der

Arbeitslöhne. — Die Arbeiterbevölkerung ist sehr zahlreich, intelligent und seit langen Jahren an das Kupferhüttenwesen gebunden. Die Arbeiter beginnen ihre Laufbahn sehr jung, und viele unter ihnen erlangen eine bedeutende Geschicklichkeit, ohne welche eine haushälterische Anwendung der Prozesse eine Unmöglichkeit sein würde.

Die Löhne sind hoch; die verschiedenen Arbeiterclassen können wöchentlich verdienen:

die Kinder u. s. w.	5—12,50	Frcs.
junge Leute	12,50—15	"
gewöhnliche Arbeiter . . .	15—31	"
geübte " . . .	31—40	"

Fast immer werden die verschiedenen Arbeiten in Verding gegeben, wie Herr Leplay in seinem Werke speciell auseinander gesetzt hat.

Erze. — Die Erze werden gewöhnlich auf öffentlichen Auctionen verkauft, und es werden vorher die Menge, die Beschaffenheit und die Fundorte der verschiedenen Erzmengen bekannt gemacht, die zu einer bestimmten Zeit auf die Auction kommen sollen. Die irischen, kornwalliser und devonshirer Erze werden an Ort und Stelle, die fremden aber zu Swansea verkauft.

Die verschiedenen Compagnien und Eigenthümer der Hütten haben ihren besondern Agenten für die Untersuchung, das Probiren und den Ankauf der Erze.

Das Probenehmen der Erzmengen erfolgt gemeinschaftlich, worauf die Proben getrennt ausgeführt werden, alle aber nach derselben Methode und auf dem trocknen Wege*). Da aber alle Probirer fast gleiche Geschicklichkeit haben, so unterscheiden sich die Resultate wenig von einander. Die Schmelzer berechnen die Preise, welche sie für die Erze gewähren zu können glauben, nach ihrem Kupfergehalte, ihrer Beschaffenheit und hauptsächlich nach den Bedürfnissen der Hütten für eine oder für verschiedene Erzsorten.

Sie haben alle ein gemeinschaftliches Interesse, nämlich das, die Kupferpreise nicht so hoch steigen zu lassen, und daher eben so wenig die Preise für die Erze, welche von ihren Agenten gekauft werden sollen, wobei die Gebote der verschiedenen Compagnien im Allgemeinen nur wenig von einander abweichen. Die Concurrenz wird nur dann ernstlich, wenn mehre Hütten zu gleicher Zeit ein absolutes Bedürfniß zum Ankauf von Erzen einer speciellen Qualität haben.

Das Probirverfahren auf dem trocknen Wege hat zu sehr häufigen, aber stets unnützen Reclamationen Veranlassung gegeben; die Proben geben stets einen niedrigern Kupfergehalt als den wirklichen an, und der Unterschied ist zuweilen sehr bedeutend. Jedenfalls sind die Verluste bei den Hüttenprozessen geringer, als die bei den Proben erlangten, und die Schmelzer suchen auf diese Weise sehr geflissentlich ihren Nutzen gegen die Grubenbesitzer. Es ist jedoch leicht vorherzusehen, daß, wenn die Proben auf dem nassen Wege gemacht würden, wodurch man den wirklichen Erzgehalt genauer zu bestimmen im Stande ist, die Schmelzer sich sehr bald vereinigen

*) Das Probirverfahren umfaßt dieselben Prozesse wie die hüttenmännische Zugutemachung und giebt einen um so stärkern Kupferverlust, je unreiner die Erze sind. Es ist beschrieben vom Ingenieur Moissenet in den Annales des Mines, 5. R., Bd. XIII. S. 183 und daraus in der Freiberger berg- u. hüttenm. Zeitung, 1859, Nr. 9 2c.

und nur mindere Preise geben würden, so daß die Verkäufer durchaus keinen Nutzen aus einer Veränderung des Probirverfahrens ziehen würden. Die unter den jetzigen Verhältnissen herrschenden Preise werden nach einer Vergleichung der durch die Proben und durch die Hüttenprozesse erlangten Resultate bestimmt; die Substitution eines genauern Verfahrens würde nur dazu dienen, dieses Verhältniß zu verändern und den Werth zu vermindern, den der durch die Proben angegebene Kupfergehalt für die Schmelzer haben kann.

Ueber das Probenehmen bei den Waleser Hütten bemerkt Hyde Clarke (a. a. O.) Folgendes: — Die Erze von den verschiedenen Gruben werden in etwa $\frac{3}{4}$ Zoll starke Stücke zerschlagen, und von jeder Sorte wird ein pyramidaler Haufen von etwa 3 Fuß Höhe mit der natürlichen Böschung gebildet. Ein kleiner Haufen wird mit der Probeschaufel in 4 Abschnitte durch unten etwa acht Zoll weite Gräben getheilt, und zwar in:

a b
c d

a b c oder a b c d
d e f e f g h

Von jedem Abschnitte, z. B. von dem a, werden zwei Theile mit der Schaufel von der Sohle bis oben hin der innern Theile des Abschnittes an jedem Ende weggenommen. Alle diese sechszehn Proben werden zusammen geworfen, gehörig vermengt und zerrieben oder pulverisirt. Diese Masse wird in 4 Theile getheilt:

a b, wovon man wegnimmt a,
c d, = = = d.

Die zurückbleibenden Theile b c werden wieder zusammen vermengt und in 4 Theile getheilt, und dieß Verfahren wird wiederholt, bis man eine letzte Probe von mäßigem Gewicht erhält, mit der nun weiter experimentirt wird. Außerdem wird auch noch eine Feuchtigkeitsprobe genommen, um das Verhältniß der Feuchtigkeit in dem Erz bestimmen zu können. Es werden nur Erzhaufen unter 100 Tonnen in vier Theile getheilt, die größern aber in mehr.

Kupfer-Regulus, d. h. concentrirter Kupferstein wird zum Probenehmen ebenfalls in Stücke von Wallnußgröße zerschlagen, allein wegen des größern Werthes dieser Zwischenproducte werden die Haufen, wenn sie nicht sehr klein sind, in sechs oder mehr Abschnitte getheilt.

Silberhaltige Kupfererze oder Leche werden in kleinere Stücke zerschlagen oder zu Pulver zerrieben, da sie an verschiedenen Puncten der Stücke einen sehr verschiedenen Gehalt zeigen, und es werden die Pulvermassen zum Probenehmen getheilt.

Die von ausländischen Gruben als Schiffsballast eingeführten Erze sind oft schlecht geschieden, so daß man beim Probenehmen sehr verschiedene Stücke zusammenthun, sie zerkleinern, theilen und wieder theilen muß, wie es bei den Cornischen Erzen geschieht, bis daß man eine Probe von mittlerem Gehalt erhält.

Beim Laden der fremden Erze in die Schiffe werden die [illegible]enen Sorten durch Matten von einander getr[illegible] [illegible]ichere Erze [illegible] von Thierfellen, die an Ort und St[illegible] oder i[illegible] die in England fabrizirt werden u[illegible] [illegible]en H[illegible] transportirt.

Bei dem Probenehmen kommt es neben der erforderlichen Sorgfalt viel auf mechanische Geschicklichkeit, auf das Handhaben der Schaufel, auf das Auge des Arbeiters, der das Geschäft verrichtet, an, so daß er die richtigen Stufen auswählt.

Alle Erze, mögen sie zu Wasser oder zu Lande transportirt sein, enthalten ein gewisses Verhältniß von hygroskopischer Feuchtigkeit, welche Einfluß auf das Gewicht hat. Es muß daher eine Trockenprobe genommen, dieselbe zerpulvert, getrocknet, gewogen und der Gewichtsunterschied bestimmt werden.

Jedoch ist dieß nicht immer die richtige Differenz, da andere Theile außer dem Wasser verflüchtigt werden, und die Differenz fällt dann zu Gunsten der Hütte aus. In heißen Klimaten wirken die starken Nachtthaue auf die Erze ein, die sie fortschaffenden Maulthiere müssen hin und wieder durch Ströme waten, und auf den Schiffen nehmen sie stets Feuchtigkeit an.

Die Trockenprobe wird zu einem andern Zeitpuncte genommen, als die Gehaltsprobe. Die höchste Feuchtigkeit der in den Hafen von Swansea eingeführten fremden Erze ist nach den Versuchen der Herren Richardson u. Comp., der bedeutendsten Erz-Agenten daselbst, die nachstehende:

Chile-Erze	6 bis 11 Proc.
Cobra-Erze	15 "
Cuba-Präcipitat	25 "
Unausgehaltener Chile-Regulus	3 bis 11 "
Ungeschiedene Erze	5 "
Geschiedene Erze	9 "

Die geringste Feuchtigkeit fremder Erze ist folgende:

Unausgehaltener Regulus . .	$\frac{3}{4}$ Proc.
Ungeschiedene Erze	1 "
Geschiedene Erze	4 "

Für die fremden Erze ist England fast der einzige Markt; die Schmelzer sind Meister der Preise, und die Reclamationen der Bergwerksbesitzer werden so lange resultatlos sein, bis die Concurrenz die Werthe der Erze erhöhen wird.

Diese Concurrenz könnte nur dadurch begründet werden, daß auf dem Continent eine oder mehrere Hütten begründet würden, welche angekaufte fremde Erze zu Gute machten.

Die Frage ist seit langer Zeit erörtert, aber bis jetzt noch nicht gelöst worden; es ist auch nicht wahrscheinlich, daß diese Lösung so bald erfolge, denn es ist sehr schwierig, auf irgend einem Küstenpuncte Frankreichs, Belgiens oder Deutschlands ein solches Zusammentreffen günstiger Umstände zu vereinigen, als dies in der Nähe von Swansea oder von Liverpool der Fall ist. Sicher würden die geringen Steuern, welche fremde Erze bei ihrer Einfuhr in England bezahlen, sofort erhöht werden, sobald eine ernstliche Concurrenz diesen Zweig des englischen Handels bedrohte.

Darstellung der englischen Methode. — Schon weiter [illegible] von der Reihe der Prozesse, aus denen die Methode besteht, [illegible] worden; allein es konnten nur die allgemeinen Grundsätze des [illegible] bei Erzen von verschiedenen Fundorten auseinandergesetzt wer[illegible] wir ein möglichst großes Verhältniß reiner Erze annahmen, um [illegible]en auf seinen einfachsten Ausdruck zurückzuführen.

[illegible]rzanlieferungen nach den verschiedenen Hütten nöthigen die

rectoren, die Prozesse sehr häufig zu verändern, und im Allgemeinen weicht die wirklich angewendete Methode sehr weit von der eben beschriebenen ab.

Die Ansprüche des Handels auf reines Kupfer, sowie die große Menge der unreinen Erze gebieten eine Vervielfachung der Prozesse, hauptsächlich solche, durch welche dem Kupfer das Arsen und das Antimon genommen werden.

Um die Weitläuftigkeit zu vermeiden, welche bei der Beschreibung der Waleser Hüttenprozesse eine Untersuchung aller besondern Fälle gehabt haben würde, hat Herr Leplay eine hypothetische Hütte angenommen, in der alle Prozesse ausgeführt werden, welche in den englischen Hütten nur unter gewissen besondern Umständen erforderlich sind.

Der Verfasser des vorliegenden Werkes glaubt dem ausgezeichneten Metallurgen auf der vorgeschriebenen Bahn folgen zu müssen, da ihm dieselbe als die einfachste erscheint, um die englischen Kupferhüttenprozesse gehörig zu verstehen.

Daher nimmt der Verfasser mit der Leplay'schen Hypothese eine Hütte an, in welcher jährlich 23,600 Tonnen verschiedener, sowohl in- als ausländischer Erze mit einem Kupfergehalt von etwa 8 Procent zu Gute gemacht werden. Ein Theil des Kupfers muß von besserer Beschaffenheit sein und ist das Product der Zugutemachung sehr reiner Erze. Der übrige Theil des produzirten Metalles muß hinlängliche Geschmeidigkeit besitzen; es wird zum Theil aus gewöhnlichen und zum Theil aus solchen Erzen bereitet, die sehr arsen- und antimonhaltig sind. Es sind dies die verschiedenen Umstände, unter denen die Hütten betrieben werden können; sie umfassen den allgemeinen Fall, der schon weiter oben betrachtet worden ist. Man führt in dieser Hütte wirklich drei Reihen von Prozessen aus, von denen eine gewisse Anzahl fast auf dieselbe Weise betrieben wird.

Die Erze zerfallen in drei Classen: gewöhnliche Erze, reine Erze und unreine Erze.

Die reinen Erze, d. h. solche, die nur wenig Arsen, Antimon, Zinn, Zink und Nickel enthalten, gelangen nicht alle zu einem besondern Schmelzen, welches Kupfer von sehr guter Beschaffenheit giebt. Ein großer Theil ist bei der Zugutemachung der andern Erzclassen erforderlich.

Gewöhnliche Erze. — Die gewöhnliche Arbeit, bei welcher Kupfer von zweiter Qualität gewonnen wird, umfaßt die 6 weiter oben auseinandergesetzten Prozesse:

I. Röstung der kiesigen Erze, welche arsen- und antimonhaltig sind, vermengt mit allen armen Erzen, deren Gangart ein wesentliches Verhältniß von Schwefelmetallen und hauptsächlich von Schwefelkies enthält.

II. Das Schmelzen auf Bronzestein aus den gerösteten Erzen mit Zuschlag von fast reinen kiesigen Erzen, von Gekrätz, reichen Schlacken, und im Allgemeinen von allen kupferhaltigen Rückständen, welche bei der Verarbeitung gewöhnlicher Erze gefallen sind und die eine gewisse Menge von Substanzen enthalten, welche die Güte des Kupfers benachtheiligen.

Es fallen bei diesem Prozeß ein reicher Stein und arme Schlacken, welche größtentheils weggestürzt werden können.

III. Röstung des Bronzesteins, welche mehr oder weniger weit getrieben wird, je nach dem Verhältniß der reinen, geschwefelten Erze, welche die Vorräthe der Hütte bei dem fol[illegible]zen der Hütte zuzuschlagen gestatten.

IV. Das Verschmelzen des gerösteten Rohsteins auf weißen Stein. Es werden dabei folgende Substanzen zugeschlagen: oxydirte kohlensaure und geschwefelte Erze, die fast rein sind; reiche Schlacken und alle kupferhaltigen Nebenproducte von der Zugutemachung, die nur einen geringen Theil von Arsen, Antimon, Zinn und Nickel enthalten.

Es fällt bei diesem Prozeß ein sehr kupferreicher, weißer Stein, der rein genug ist, um zum Röstschmelzen gelangen zu können; es fallen ferner Schlacken mit wenigem Kupferoxydul, welche zum Theil bei dem Rohschmelzen wieder zugesetzt werden. Alle Schlacken, welche keine Steingranalien, sowie nur Spuren von Zinn, Arsen und Antimon enthalten, gelangen zu dem speciellen Prozeß der Verarbeitung reiner Erze, der Verschmelzung der Schlacken.

V. Röstschmelzen des weißen Steins. Der Prozeß giebt: sehr kupferreiche Schlacken, welche mehr oder weniger Zinn, Zink und Nickel enthalten, und welche zu dem Bronzesteinschmelzen zurückgelangen, ferner so reines Rohkupfer, daß es zum Gaarmachen gelangen kann.

VI. Das Gaarmachen und das Raffiniren des Rohkupfers. Man erhält: verkäufliches Kupfer von verschiedener Beschaffenheit, je nach der Reinheit und dem Verhältniß der zu Gute gemachten Erze, sowie auch nach dem mehr oder weniger sorgfältig geführten Betriebe; Gaarschlacken und Gaargekrätz, die sehr kupferhaltig und zu gleicher Zeit so rein sind, daß sie großentheils, wenn nicht gänzlich beim Verschmelzen des weißen Steins zugeschlagen werden können.

Die Zugutemachung der reinen und der sehr unreinen Erze ist stets verwickelter; die erstern enthalten stets ein geringes Verhältniß schädlicher Substanzen, die man vertreiben oder vollständig abscheiden will, um Kupfer von besserer Beschaffenheit zu erlangen. Bei sehr unreinen Erzen genügen die vorhergehenden Prozesse nicht, um ein geschmeidiges Kupfer zu produciren.

Reine Erze. — Bei diesen ist die Reihe der Prozesse die nachstehende.

I. Röstung der armen kiesigen Erze und aller derjenigen, in denen man das Vorhandensein geringer Arsen- und Antimonmengen muthmaßt. Die Röstung muß unter diesen Verhältnissen weiter getrieben werden, als bei der Zugutemachung gewöhnlicher Erze, besonders wenn sie sehr rein sind.

II. Darstellung von Bronzestein aus den gerösteten, aus oxydirten und kohlensauren, aus reichen und armen kiesigen Erzen, und aus nur einem Theil der reichen Schlacken und aus den kupferhaltigen Rückständen der übrigen Prozesse. Dieses Schmelzen giebt dieselben Producte und arme Schlacken, die fast gänzlich weggestürzt werden, Bronzestein, minder reich (bei gleichem Gehalte der Erze), als der ist, den die gewöhnliche Arbeit gewährt.

III. Röstung des Bronzesteins, mehr oder weniger vollständig.

IV. A. Darstellung des blauen Steins aus dem gerösteten Bronzestein mit einer gewissen Menge reiner kiesiger Erze mit quarziger Gangart und sehr unvollkommen geröstet. Man schlägt bei der Beschickung nur kiesige Schlacken oder Herd aus dem Ofen, der nur wenig Kupferoxydul enthält, zu. Die beiden Hauptproducte sind: blauer Stein, der dem weißen Stein von der gewöhnlichen Kupferarbeit entspricht, der aber

größere Menge von Eisen und Schwefel, und folglich weniger Kupfer enthält; eine sehr arme Schlacke mit weniger als 1 Procent Kupferoxydul und mit Granalien. Sie wird bei einem besondern Schlackenschmelzen zu Gute gemacht.

α) Röstung des blauen Steins, welche produzirt: einen kupferreichen weißen Stein, der aber noch eine bedeutende Menge von Eisen und Schwefel enthält und reiche Schlacken, die zum Theil zum Bronzesteinschmelzen gelangen, zum Theil aber zu dem besondern Schlackenschmelzen, je nach dem Verhältniß schädlicher Substanzen, Zinn und Nickel, welches sie enthalten.

β) Röstung des weißen Steins, der Regulusstein und reiche, zu gleicher Zeit aber auch sehr reine Schlacken giebt, welche ganz und gar zum Schlackenschmelzen gelangen können.

γ) Das Verschmelzen der reichen und reinen Schlacken mit einer geringen Menge kiesiger Erze mit quarziger Gangart, die sehr rein und zu gleicher Zeit sehr arm sind. Es fallen dabei mehrere Producte: ein weißer, reicher und sehr armer Stein, der zwei successiven Röstschmelzprozessen α und β unterworfen wird und einen Regulusstein giebt, welcher nur Spuren von nachtheiligen Substanzen für die Beschaffenheit des Kupfers enthält; eine Legirung von Kupfer und Zinn oder Bronze von sehr geringer Beschaffenheit, die zu sehr geringen Preisen verkauft wird; sehr unreines Schwarzkupfer, welches dem Schmelzen V. bei der Zugutemachung unreiner Erze, mit Zuschlag einer geringen Menge kiesiger Erze, unterworfen wird; eine noch ärmere Schlacke als die beim Bronzeschmelzen gefallene, die fast gänzlich weggestürzt werden kann.

In das Schlackenschmelzen kommen nicht allein diejenigen, welche von der Zugutemachung reiner Erze herrühren, sondern auch alle solche vor, die bei der Zugutemachung gewöhnlicher Erze (Prozeß IV.) nur eine geringe Menge von Zinn und Nickeloxyden enthalten.

V. Röstschmelzen des Regulussteins. Dieser Prozeß wird schneller geführt, als das entsprechende Röstschmelzen bei der Verarbeitung gewöhnlicher Erze, weil der Regulusstein reiner, reicher und hauptsächlich weniger eisenhaltig ist, als der weiße Stein vom Schmelzen IV. Er giebt noch: sehr reines Rohkupfer und reiche Schlacken, welche letztere zum Schlackenschmelzen gelangen.

VI. Das Gaarmachen und Raffiniren. Diese Prozesse sind fast ganz dieselben, wie die bei der gewöhnlichen Arbeit.

Die Zugutemachung sehr unreiner Erze. — Die Reihe der Prozesse ist fast ganz dieselbe, wie bei der Zugutemachung reiner Erze; dennoch müssen wir hier eine Uebersicht davon geben, um die Differenzen besser auffassen zu können.

I. Röstung der Erze, welche eine wesentliche Menge von Arsen und Antimon enthalten, die einer großen Menge armer Erze, die Schwefelkies zur Gangart haben, beigemischt sind. Die Röstung muß sehr ausgedehnt werden, jedoch nur unter der Voraussetzung, daß die Hütte einen Vorrath von reinen kiesigen Erzen hat, welche Schwefelkies enthalten und daher arm an Kupfer sind. Sie werden dem Schmelzen der gerösteten Erze zugeschlagen.

II. Darstellung des Bronzesteins aus den gerösteten Erzen; mit Zuschlag reiner kiesiger Erze, [illegible] Menge von Schwefelkies

enthalten, von reichen Schlacken und kupferhaltigen Rückständen von den Prozessen mit einer wesentlichen Menge von Arsen, Antimon, Zinn oder Nickel. Die arsenigen Erze kommen immer zu diesem Schmelzen, jedoch nur in beschränkter Menge.

Der Prozeß giebt: 1) sehr unreinen Bronzestein, der bei gleichem Gehalt der Erze stets weniger Kupfer enthält, als der Stein, der bei den beiden andern Reihen der Zugutemachung gefallen ist; er muß um so mehr Eisen und Schwefel enthalten, je unreiner die verarbeiteten Erze sind. 2) Sehr kupferarme Schlacken, welche fast gänzlich weggestürzt werden können.

III. Röstung des Bronzesteins. Man muß stets eine vollständigere Oxydation zu erlangen suchen, als wenn man reine oder gewöhnliche Erze zu Gute macht. Der Grad der Röstung hängt von der Menge der reinen kiesigen Erze ab, welche für das folgende Schmelzen aufbewahrt werden können.

IV. A. Darstellung des blauen Steins aus dem gerösteten Bronzestein, im Gemenge mit reinen kiesigen ungerösteten Erzen; mit reichen Schlacken und mit allen kupferhaltigen Rückständen von der Zugutemachung, welche nicht zu viel schädliche Substanzen enthalten.

Der Prozeß giebt: einen blauen Stein und Schlacken. Die letztern sind hinlänglich rein und können nur bei dem Schmelzen auf Bronzestein zugeschlagen werden. Der Stein muß ein größeres Verhältniß von Eisen und Schwefel enthalten als der entsprechende blaue Stein von der Zugutemachung armer Erze; er ist daher ärmer an Kupfer und enthält auch noch eine ziemlich große Menge von allen schädlichen Körpern.

α) Röstschmelzen des blauen Steins, der weißen-Stein giebt.

β) Röstschmelzen des weißen Steins, der Regulusstein giebt. Diese beiden Prozesse werden auf dieselbe Weise geführt, wie bei der Verarbeitung reiner Erze; die Schlacken von dem ersten Röstschmelzen sind sehr unrein und können nur bei dem Schmelzen auf Bronzestein zugeschlagen werden. Die Schlacken vom zweiten Röstschmelzen können für die Schmelzen auf blauen Stein aufbewahrt bleiben. Der Regulusstein enthält noch wesentliche Mengen von Arsen, Antimon, Zinn und Nickel, und enthält dagegen nur wenig Eisen und Schwefel.

V. Röstschmelzen des Regulusstein. Man unterwirft demselben Prozesse, jedoch für sich die unreinen Schwarzkupfer, welche durch die specielle Schlackenarbeit von der Zugutemachung reiner Erze erzeugt worden sind. Man muß diesen beiden Producten eine geringe Menge von kiesigen Erzen zuschlagen, indem dieselben die zu den chemischen Reactionen erforderlichen Eisen= und Schwefelmengen in die Beschickung bringen. Der Prozeß wird wie bei der Verarbeitung gewöhnlicher Erze geleitet und giebt zwei Producte: reiche und unreine Schlacken, welche zu dem ersten Schmelzprozeß II. gelangen; hinreichend reines Rohkupfer, welches gaar gemacht wird.

VI. Das Gaarmachen und Raffiniren des Rohkupfers. Der Prozeß wird fast auf dieselbe Weise geleitet, wie bei dem Kupfer von den beiden andern Erzklassen. Es giebt: verkäufliches Kupfer von geringerer Beschaffenheit und reiche Schlacken, welche zum Schmelzen auf blauen Stein gelangen.

Diese Eintheilung der Zugutemachung in drei verschiedenen Operationsreihen setzt eine große Regelmäßigkeit bei der Erzanlieferung voraus; dieß ist aber nicht das gewöhnliche Verhältniß in den englischen Hütten, welch

sehr viel fremde zu Gute machen. Die Unregelmäßigkeit bei der Ankunft, hauptsächlich aber beim Ankauf reiner Erze, wobei verschiedene Hütten concurriren, hat eine sehr bedeutende Unregelmäßigkeit bei den Prozessen zur Folge. Man sieht sich daher oft genöthigt, bei der gewöhnlichen Arbeit mehr unreine Erze zuzuschlagen, als es zweckmäßig ist, oder auch reine Erze zu verarbeiten, die in zu geringer Menge angekauft werden konnten, um sie allein zu Gute zu machen. Es muß daher fast fortwährend entweder jede Reihe der Prozesse oder jeder einzelne Prozeß der Art verändert werden, daß die Zugutemachung in dem zweckmäßigen Verhältniß zu der Beschaffenheit der Erze steht. Die nachstehende Beschreibung bezieht sich nicht auf eine wirkliche vorhandene Hütte; es liegt nur der Zweck vor, die Verhältnisse der verschiedenen Prozesse zu einander und den Einfluß erläutern zu können, den ein jeder Prozeß auf die Reinheit der Handelsproducte haben kann.

Einrichtung der Hütte (Taf. I, Fig. 10). — Die Hütte ist zwischen dem Fluß, auf welchen Schiffe die Erze anfördern und einem fast parallelen Kanal angelegt, der jedoch in einer höhern Ebene liegt und auf welchem Brennmaterialien, Ziegelsteine, Sand u. s. w. zur Hütte geschafft werden. Längs der ganzen Hütte ist ein aus Mauerwerk bestehendes Quai angebracht, wodurch das Ausladen der Erze aus den Schiffsgefäßen sehr erleichtert wird; die Erze werden auf dem Hofe **AB** aufgestürzt und man sieht dahin Erze von verschiedener Beschaffenheit und von verschiedenen Fundorten getrennt zu erhalten.

Die auf dem Kanal herbeigeführten Steinkohlen werden aus den Schiffsgefäßen auf dem obern Hofe **A'B'** in Haufen aufgestürzt; man trennt die beiden Hauptsorten, fette und magere, indem dieselben bei den verschiedenen Prozessen in verschiedenartigen Verhältnissen mit einander vermengt werden müssen.

Ziegelsteine, Sand, Thon u. s. w. werden auf demselben Hofe **A'B** in Magazinen aufbewahrt, welche jedoch in der Figur nicht besonders dargestellt worden sind.

Die Oefen liegen unter vier parallelen Gebäuden **CDEF**, die durch einen hinreichend breiten Hof getrennt worden sind, um die Transporte der Brennmaterialien zu den Rosten der Oefen und der armen Schlacken zu der Schlackenhalde **M** an dem einen Ende der Hütte möglichst zu erleichtern.

Das Gebäude **C**, welches dem Quai am nächsten liegt, enthält zwölf Röstöfen für die Erze; sie sind senkrecht auf der Länge des Gebäudes an einander gereiht und es haben alle nur eine einzige hohe Esse. Die Erze werden in Karren geladen, die man auf horizontale Platten setzt, die ihrerseits bis zur Ebene der Aufschütter auf drei geneigten Ebenen oder Rampen **a b c** aufgezogen werden. Die Bewegung dieser Aufzüge erfolgt durch eine kleine Dampfmaschine und die Arbeiter fahren die Karren nur auf der horizontalen Sohle von den Erzhaufen bis zum Fuß der Rampen, und vom obern Ende derselben bis zu den Aufschüttern.

Unter dem zweiten Gebäude **D**, welches an dem ersten dicht anliegt, befinden sich 16 Schmelzöfen, die gewöhnlich zum Prozeß **II.** dem Schmelzen auf Bronzestein dienen. Jeder Ofen ist mit seiner Esse verse[illegible] die Erze werden auf festen Treppen von den Arbeitern bis zu [illegible] schüttern geschafft. Dieser Prozeß und das besondere Schlackens[illegible] der Verarbeitung reicher Erze geber [illegible] hlacken; [illegible] den bis zum Ende d[illegible] [illegible] rt mi[illegible]

zerschlagen und geschieden. Diejenigen, welche keine Granalien enthalten, gelangen zur Schlackenhalde M. Sehr alte Hütten enthalten ungeheuer große und 25 bis 30 Met. hohe Schlackenhaufen. In diesem Fall ist eine Rampe mit einer Dampfmaschine vorgerichtet, wodurch die Schlacken bis zum obern Theil des Haufens geschafft werden.

Die Schlacken von den Ofenrosten, so wie die verschiedenen, kein Kupfer enthaltenden Roste, welche bei den Ofenreparaturen vorkommen, werden aus allen Theilen der Hütte bis zum Fuß der Schlacken haltenden Rampe geführt und auf derselben aufgestürzt.

Das dritte Gebäude E enthält acht Röstöfen für den Stein von dem II. Prozeß und zwei Röstschmelzöfen für den V. Prozeß. Diese letztern haben besondere Essen; die acht Röstöfen aber eine gemeinschaftliche. Der Stein wird von den Arbeitern selbst auf die Aufschütter geschafft.

In dem letzten Gebäude F liegen 16 Oefen an einander und zwar in folgender Ordnung von f nach f':

Fünf Oefen für die Darstellung des weißen Steins IV.

Zwei Oefen für die Darstellung des blauen Steins A IV.

Zwei Oefen für das Schlackenschmelzen γ.

Drei Oefen für die Röstschmelzprozesse $\alpha\ \beta\ \gamma$.

Zwei Oefen für das letzte Röstschmelzen V.

Zwei Oefen für das Gaarmachen und Raffiniren VI.

Alle diese Oefen haben ihre besondern Essen.

In einer so bedeutenden Hütte müssen die innern Einrichtungen der Art sein, daß der Transport möglichst leicht und kurz ist.

Um die Wichtigkeit dieser Frage zu begreifen, brauchen wir nur zu bemerken, daß in der vorliegenden Hütte zu Zugutemachung von 23,600 Tonnen verschiedener Erze, zu den Oefen oder zu der Schlackenhalde geschafft werden müssen, mehr als:

40,000	Tonnen	Steinkohlen;
2,000	„	Zuschläge und Flüsse;
3,000	„	Ziegelsteine und sonstige Baumaterialien;
18,000	„	arme Schlacken;
3,000	„	Schlacken von den Feuerrosten;

außerdem die Erze und Producte von den verschiedenen Prozessen.

Einrichtung der Röstöfen. — Fig. 11, Taf. I, ist ein senkrechter Durchschnitt eines Röstofens nach der Linie AB, Fig. 12.

Fig. 12 ist ein horizontaler Durchschnitt.

Die Röstöfen für die Erze und den Stein haben sehr große Dimensionen; der Rost liegt sehr tief; die Herdsohle ist horizontal und besteht aus feuerfesten Ziegelsteinen, die auf die hohe Kante gestellt worden sind; die Flammen und die Gase entweichen durch zwei Füchse, die sich über dem in einem geneigten Kanal vereinigen. Die Kanäle von allen Oefen in dem Gebäude C gehen in einem horizontalen Kanal aus, der auf Bogen liegt und mit der großen Esse in der Mitte des Gebäudes in Verbindung steht [illegible] den durch zwei Aufschütter oder Trichter auf die Herd- [illegible] sind dieselben über dem Ofengewölbe durch ein Ge- [illegible] rbeitung der Erze wird durch vier Seitenthüren be- [illegible] ensionen der Oefen sind die folgenden:

[illegible] 90 Met. Länge auf 1,20 Met. Breite; Tiefe unter [illegible] Der Aschenfall hat nur 1 Met. Höhe.

Durchgang für die Flamme. Breite 1,20 Met. gleich der des Rostes; Höhe des Gewölbes über der Brücke 0,50 Met. bis zum Rost und nur 0,45 Met. bis zur Herdsohle; Länge der Brücke 0,45 Met.

Herdsohle. 5,25 Met.; größte Breite von einer Thür zur andern 4,30 Met.; die Sohle hat die Form eines Sechseck, dessen Regelmäßigkeit zwischen den Arbeitsthüren auf jeder Seite unterbrochen ist. An diesen beiden Puncten tritt das feuerfeste Mauerwerk nach dem Innern des Ofens vor, wodurch die Breite in der Mitte der Sohle auf 3,60 reducirt wird. Diese Einrichtung hat den Zweck, daß die Arbeiter mit ihren Krahlen und ihren Schaufeln alle in der Röstung begriffenen Erze oder Steine erreichen können.

Die kurze Seite des Sechsecks, dem Rost gegenüber, hat nur 0,91 Met.; die beiden Füchse liegen 3 Met. von einander entfernt; ihr Querschnitt beträgt 0,40 auf 0,30.

Die Thüren sind im Innern des Ofens 0,40 Met. breit und 0,30 Met. hoch; äußerlich haben sie 0,80 Met. Breite und 0,50 Met. Höhe; die vier Seiten sind mit gußeisernen Platten bekleidet, welche die Ziegelsteine gegen den Rost mit den Werkzeugen sichern.

Das Gewölbe liegt an der Brücke 0,95 Met. über der Herdsohle und nur 0,40 Met. am entgegengesetzten Ende des Ofens. Die beiden Aufschütter sind 0,70 Met. von einander entfernt; sie bestehen aus Blech und werden durch kreuzförmige Armaturen an ihrem Platze erhalten. Ihr Querschnitt ist länglich viereckig; er hat 1,50 Met. Seite an der obern Oeffnung und 0,30 Met. am Gewölbe. Die Höhe des dem Rost am nächsten liegenden Aufschütters beträgt 1 Met.; das andere hat etwas mehr Tiefe, weil die beiden Oeffnungen im gleichen Niveau liegen.

Der Breterboden, auf welchem die Erze herbeigefahren werden, liegt etwas über den Aufschüttern und wird von den Ziegelsteingewölben getragen, deren Widerlagen die Ofenwände bilden.

Die Sohle besteht aus Ziegelsteinen, die auf der hohen Kante und in Verband stehen; sie stehen auf einer festgestampften Sandlage. Diese wird von einem Gewölbe von gewöhnlichen Ziegelsteinen getragen, unter welchem sich ein offener Raum befindet, in dem am Ende eines jeden Prozesses die gerösteten Erze durch vier länglich viereckige Kanäle gezogen werden, die in dem Mauerwerk vor den Arbeitsthüren angebracht worden sind; der Querschnitt der Kanäle beträgt 0,50 gegen 0,30 Met.; während der Röstung werden sie in der Herdebene durch gußeiserne Platten verschlossen. Der Raum, welcher die gerösteten Erze aufnimmt, verlängert sich nach zwei Seiten des Ofens; die Arbeiter steigen in die beiden Seitenvertiefungen, um die Erze herauszunehmen und sie nach den Schmelzöfen zu schaffen.

Der geneigte Kanal oder die Verlängerung der Füchse ruht auf einem Ziegelsteinbogen; sein innerer Durchschnitt beträgt 0,30 auf 0,50 Met.; der horizontale Kanal, in welchem die geneigten Kanäle auslaufen, ist 3,50 Met. über der Hüttensohle angebracht. Sein innerer Querschnitt ist länglich viereckig, seine Breite beträgt 0,60 Met., die Höhe 1 Met. Die gemeinschaftliche Esse mit kreisrundem Querschnitt ist 28 Met. hoch; sein innerer Durchmesser beträgt am Fuß 1,60 Met. und am obern Ende 1,25 Met.

Die innern Wände des Rostraumes und des Ofens, die Brücke, die Sohle und die Füchse sind aus feuerfesten Ziegelsteinen zweiter Sorte construirt. Die äußern Wände bestehen aus gewöhnlichem Ziegelstein mit

eisernen Armaturen; da dieselben aber keine Eigenthümlichkeiten haben, so sind sie in den Figuren nicht dargestellt.

Die Oeffnung, durch welche die äußere Luft in den Ofen dringt, befindet sich in der Ecke der Brücke und ist auf den Grundriß, Fig. 12 angegeben; sie ist 0,12 Met. im Quadrat weit und ihre äußere Oeffnung etwas erweitert und mit Blech bekleidet. Sie kann mehr oder weniger vollständig mittelst eines Ziegelsteines von pyramidaler Form, der genau auf die Blechplatten paßt, verschlossen werden.

Die Schüröffnung ist wie gewöhnlich eingerichtet, ihre Seiten bestehen aus Gußeisen und bilden eine horizontale abgestumpfte Pyramide, die man mit Brennmaterial angefüllt erhält.

Der Bearbeiter fügt zu dem Obigen aus der bereits erwähnten Arbeit des englischen Ingenieurs Hyde Clarke in der allgemeinen berg- und hüttenmännischen Zeitung, über die Construction der Röstöfen, noch folgendes hinzu, welches sich hauptsächlich auf neuere Einrichtungen bezieht, da der Verfasser des vorliegenden Werks sich im Allgemeinen auf das ältere Werk von Leplay gründet.

Auf vielen Werken haben die Röstöfen dieselbe Einrichtung, wie die übrigen Oefen, die wir noch kennen lernen werden, oder sie unterscheiden sich nur durch die Arbeitsthüren an den beiden langen Seiten.

Die Herren Vivian wenden auf einer ihrer großen Hütte „Baboons" eine alte Form von Rostöfen an, welche über den Schmelzöfen angebracht worden sind, in die sie das noch heiße geröstete Erz gelangen lassen.

Sehr gewöhnlich sind Röstöfen mit doppelten Herdsohlen, denn da eine geringere Hitze erforderlich ist, als zum Schmelzen, so kann die Flamme, nachdem sie schon auf die unterste Schicht eingewirkt hat, auch auf die obere, auf der zweiten Sohle liegende, einwirken. Auch benutzt man die obere Seite des Ofengewölbes häufig dazu, die zu röstenden Erze zu trocknen und auf diese Weise zu dem Röstprozeß vorzubereiten.

Man hat verschiedene Versuche gemacht, um die Ueberhitze der Schmelzöfen zum Rösten zu verwenden; da aber in England das Brennmaterial immer noch wohlfeil ist, Arbeitskräfte und besondere Einrichtungen zur Benutzung der Hitze aber mehr kosten, so giebt man besonders eingerichteten Röstöfen den Vorzug.

Zu einem Röstofen mit doppelter und 30 Fuß langer, sowie 14 Fuß breiter Sohle, sind außer zu der Esse etwa 50,000 Ziegelsteine, sowohl feuerfeste als gewöhnliche erforderlich, es können aber auch alte Ziegelsteine mit verarbeitet werden. Außerdem bedarf man zu dem Bau 2 Tonnen des besten und 8 Tonnen gewöhnlichen, feuerfesten Thon; 80 Bushels Kalk; 120 Bushels Sand; eine geringe Menge feuerfesten Sand; ungefähr 40 Tonnen Stein zum Fundament (die sich jedoch nach den Umständen verändern); eine größere oder geringere Menge Ziegelsteinstücke zur Füllung. Zum Aufmauern sind 156 Maurer- und 156 Tagelöhner-Schichten, in 48 Tagen erforderlich; außerdem Mauerschichten für Nebentheile und eine gewisse Anzahl von Schmiedeschichten. Die geringste Zeit zum Aufbau besteht in 20 Tagen.

Das Eisenwerk zu einem solchen Röstofen, welches aus sehr verschiedenartigen Theilen und Stücken besteht, ist je nach der Construction verschieden und können wir hier sein Gewicht nicht bestimmen. Zur Anbringung [illegible]nen Armaturen sind etwa 7 Tage für Schmiede und Tage-[illegible]

Ein kleinerer Röstofen mit doppelter Sohle erfordert ungefähr 24,000 Stück feuerfeste und 12,000 Stück rothe Ziegelsteine, 2 Tonnen von dem besten, feuerfesten und 8 Tonnen von dem gewöhnlichen Thon oder Lehm; die übrigen Materialien wie vorher. Arbeiterschichten sind im Verhältniß zu dem wenigern Material weniger als vorher nöthig. Die Größe des Rostes ist derselbe als bei einem einfachen Ofen von gleichen Dimensionen. Was nun die Essen betrifft, so sind sie im Allgemeinen dieselben, wie bei den anderen Oefen, und ihre Kosten sind nach den verschiedenen Arten verschieden. Ihre Construction hängt von den Umständen oder auch nur von dem Belieben des Hüttenbesitzers oder des Architekten ab. Einige Werke haben für jedes Ofenpaar eine besondere Esse, während andere durch einen unter der Hüttensohle liegenden Kanal mit einer gemeinschaftlichen Esse in Verbindung stehen. Auf einigen Werken sind aus besonderen Sanitäts-Rücksichten die unterirdischen Kanäle bis etwa 1¼ Meile lang zu einem benachbarten Hügel geführt, auf welchem eine gemeinschaftliche Esse von etwa 40 Fuß Höhe errichtet ist, um die vielen schädlichen Gase, die sich aus den Erzen entwickeln, möglichst hoch in die Atmosphäre zu führen. Der Zug dieser Essen ist ein so starker, daß er einen Mann mit in die Lüfte führen könnte.

Die Erfahrung hat sich noch nicht ganz entschieden, ob eine gemeinschaftliche Esse zweckmäßiger, als einzelne für jeden Ofen seien. Gegen den erstern und gegen lange unterirdische Kanäle macht man den Einwurf, daß der Zug der einzelnen Oefen zuweilen gestört wird, welches nicht der Fall, wenn jeder Ofen mit einer besondern Esse versehen ist. Die Vortheile der gemeinschaftlichen Esse und langer horizontaler Züge bestehen hauptsächlich darin, daß bei dem geringern Zuge das in dem Rauch entweichende Metall sich in den Kanälen absetzt und alsdann nicht verloren geht.

Ein Einwurf gegen eine gemeinschaftliche Esse besteht darin, daß, wenn der Reparaturen wegen, einzelne Oefen außer Betrieb gesetzt werden müssen, Störungen entstehen. Dieser Nachtheil läßt sich jedoch dadurch abwenden, daß man in den horizontalen Kanal für jeden Ofen eine besondere Abtheilung und für jeden auch ein Register anbringt, wie dies auch in den vielen Hütten der Fall ist, in denen mehrere Puddel- oder Schweißöfen an einer gemeinschaftlichen Esse liegen.

Ein Umstand ist es hauptsächlich, der für gemeinschaftliche hohe Essen spricht: die Lage der Werke in angebauten Gegenden. Eine Reihe minder hoher Essen, die Tag und Nacht Schwefel- und Arsenikdämpfe ausströmen lassen, haben einen sehr nachtheiligen Einfluß auf die benachbarten Felder und Wiesen. Die britischen Kupferwerke liegen jedoch größtentheils in der Nähe des Meeresstrandes und in minder angebauten Gegenden.

Man hat diesem Nachtheil viel Aufmerksamkeit gewidmet, um den Rauch und die schädlichen Metalldämpfe minder nachtheilig für die Vegetation der Umgebungen der Kupferhütten zu machen, allein man hat noch kein genügendes Resultat erlangt. *)

Eine 50 Fuß hohe Esse, mit der erforderlichen Stärke erfordert aus-

*) Wir verweisen hier auf eine interessante Arbeit vom Bergrath und Professor Reich zu Freiberg: Die bisherigen Versuche zur Beseitigung des schädlichen Einflusses des Hüttenrauchs bei den fiskalischen Hüttenwerken zu Freiberg. Berg- und hüttenm. Zeitung 1858, Nr. 21 2c. Auch beson[illegible]kt. Freiberg, 1858. H.

schließlich des Fundaments 3100 feuerfeste Ziegelsteine für das innere Futter und 2500 Stück gewöhnliche rothe Ziegelsteine für den äußern Mantel; $2\frac{1}{2}$ Tonnen gewöhnlichen feuerfesten Thon für das Futter, 20 Bushels Kalk, 40 Bushels Sand und etwas feuerfester Sand zur Vermengung mit dem feuerfesten Thon. Es sind bei der Aufführung einer solchen Esse 25 Maurerschichten, 25 Handlangerschichten und noch außerdem 21 Schichten für verschiedene Arbeiter erforderlich; die Zeit des Aufbaues erfordert 9 Tage. Das Fundament, welches nach den Oertlichkeiten sehr verschieden ist, muß aus diesem Grunde hier unberücksichtigt gelassen werden.

Zur Armirung einer solchen Esse, damit Hitze und Temperaturwechsel keinen so bedeutenden Einfluß darauf ausüben, sind eiserne Verankerungen durchaus nöthig, und man wird im Allgemeinen dazu nöthig haben: 530 Fuß $\frac{6}{8}$zölliges Quadrateisen, 400 laufende Fuß Flacheisen von $1\frac{1}{4}$ Zoll Breite und $\frac{1}{4}$ Zoll Dicke, und 200 Fuß 3zölliges Flacheisen von $\frac{1}{4}$ Zoll Dicke; endlich noch $\frac{1}{4}$ Centner Eisen zu Schließkeilen. Zu der Verarbeitung dieses Eisens sind 9 Schmiedeschichten erforderlich.

Die Kosten, die ein Flammofen zum Kupferhüttenbetriebe veranlaßt, sind, nach unserer englischen Quelle, nach Zweck, Stellung und Dimensionen verschieden. Wir wollen hier einen recht großen Ofen als Beispiel annehmen: — Die äußeren Dimensionen des Herdes sind $22\frac{1}{2}$ Fuß Länge und 15 Fuß Breite; Höhe von der Herdsohle bis zum Gewölbe am Rostende 5 Fuß 11 Zoll, und am entgegengesetzten Ende 4 Fuß 6 Zoll. Dazu kommt noch der den Rost umfassende Theil mit 6 Fuß 2 Zoll Länge und 8 Fuß 8 Zoll Breite. Die innern Dimensionen des Herdes sind 14 Fuß Länge und 11 Fuß Breite. Die Mauerstärken des Herdes betragen 2 Fuß, die des Rosttheiles 2 Fuß 1 Zoll an den Seiten und 9 Zoll am Hintertheil.

Solch ein großer Ofen erfordert etwa 8500 Stück feuerfeste, 3500 gewöhnliche rothe Ziegelsteine und etwa 3000 Stück alte, welche wieder mit benutzt werden können; außerdem 4 Tonnen besten und 7 Tonnen gewöhnlichen feuerfesten Thon; 80 Bushel Kalk, 120 Bushel Sand und etwas feuerfesten Sand. Dazu kommen noch an besonders geformten Steinen etwa 400 Stück, und 20 Platten von verschiedenen Dimensionen. An Maurerschichten sind 60, an Handlangerschichten auch 60 und endlich auch noch 60 Schichten für verschiedene Arbeiter erforderlich; ein oder mehrere Aufseher sind dabei nothwendige Bedingung. Ein solcher Ofen kann bis auf die nöthigen Nach- und Nebenarbeiten in zehn Tagen aufgeführt werden.

Die zur Armirung eines solchen Ofens erforderlichen Quantitäten an Guß- und Stabeisen sind so verschieden, daß eine specielle Aufführung kaum möglich ist.

Auf manchen der ältern Kupferwerke findet man die Oefen von gußeisernen Platten, die mit den erforderlichen schmiedeeisernen Verankerungen versehen sind, umgeben; es ist aber eine solche Construction durchaus nicht zweckmäßig, indem dadurch nur schadhafte Stellen verdeckt werden können, solche starke eiserne Armirung auch sehr kostbar ist. Es sind daher Oefen, die nur mit den nothwendigen Verankerungen versehen sind, zweckmäßiger.

Ein solcher Ofen, der fortwährend hohe Temperaturen auszuhalten hat, wird dadurch sehr leicht beschädigt und ist daher fortwährenden Reparaturen unterworfen. Die höchste Dauer des Mantels aus gewöhnlic

Ziegelsteinen beträgt 5 Jahr, während das innere Futter stets in Reparatur gehalten werden muß. Ein Rost hat eine Dauer von wenigstens 8 und von höchstens 13 Wochen, so daß im Durchschnitt jährlich 6 Roste erforderlich sind. Das Futter eines Erzschmelzofens dauert 18 Monate bis 2 Jahre, das eines Röstschmelzofens nur 9 bis 12 Monate.

Einrichtung der Schmelzöfen für den Bronzestein. — Fig. 1, Taf. II, ist ein senkrechter Durchschnitt eines solchen Ofens nach der Linie AB, Fig. 2.

Fig. 2 ist ein horizontaler Durchschnitt nach der Linie CD, Fig. 1.

Diese Oefen haben eine weit größere Rostoberfläche, als die vorhergehenden; die Herdsohle hat eine fast eliptische Form und ist nur mit einer einzigen Arbeitsöffnung versehen, die an der dem Rost entgegengesetzten kurzen Seite angebracht ist; die Flammen werden durch einen geneigten Fuchs in eine besondere Esse geführt. Das Chargiren der gerösteten Erze erfolgt durch einen Aufschütter auf dem Gewölbe; die Schlacken werden durch die Arbeitsthür abgezogen und fallen in Sandformen, welche von den Arbeitern nach jedem Schmelzprozeß wieder reparirt werden müssen.

Bei den ältern Oefen, wie sie Leplay darstellt, wird der Stein durch einen Abstich an einer der langen Seiten (Fig. 2) in einen großen gußeisernen Cylinder abgelassen, dessen untere horizontale Seite eine Menge kleiner Löcher hat. Dieser Cylinder kann mittels einer Kette, einer Rolle und eines Haspels bewegt werden und hängt in einem mit Wasser gefüllten Gefäß. Wir werden jedoch weiter unten sehen, daß man neuerlich diese Vorrichtung zum Gramuliren des Steines fast gänzlich aufgegeben hat.

Hauptdimensionen. — Rost. — Innerer Querschnitt 1,40 Met. auf 1,37 Met.; Tiefe des Rostes unter der Brücke 1,20 Meter; Höhe des Aschenfalles 1,40 Met.

Durchgang für die Flamme 1,40 Met. auf 0,50 Met.; Länge der Brücke 0,76 Met. Die Oberfläche der Brücke ist parallel mit der obern Kante des Gewölbes geneigt.

Herdsohle. Länge 3,96 Met., größte Breite 2,74 Met. Die eliptische Form der beiden Seiten beginnt am Rost, wodurch die regelmäßige Verbreitung der Flammen auf der ganzen Herdoberfläche sehr erleichtert wird. In der Nähe der Brücke beträgt die Breite der Sohle 2,30 Met.; am Ende des Ofens, in der Nähe des Fuchses ist diese Breite bis auf 0,80 Met. vermindert. Die Höhe des Gewölbes über der Herdsohle ist an der Brücke 0,92 Met. und am Fuchs nur 0,41 Met.

Die Arbeitsöffnung ist 0,33 Met. breit und 0,23 Met. hoch. Die Thür besteht aus feuerfesten Ziegelsteinen, welche von einem eisernen Rahmen zusammengehalten werden. Sie läuft in eisernen Falzen senkrecht und kann mittels einer Kette und eines Hebels aufgezogen und niedergelassen werden. Der Aufschütter besteht aus Blech und hat dieselbe Einrichtung wie bei den Röstöfen: er erhebt sich 1 Meter über das Register; er ist oben 1,35 Meter im Quadrat weit.

Der Fuchs hat eine Weite von 0,30 auf 0,40 Meter; die Esse ist 18 Meter hoch und 0,61 auf 0,71 Meter weit.

Die Herdsohle besteht aus einem etwas kalkigen und eisenhaltigen Sande, der hinlänglich feuerbeständig ist, um zwar zusammenzubacken, aber ohne in der höchsten Temperatur weich zu werden; seine Oberfläche hat eine geringe Neigung nach der Abstichöff[illegible]tein, welche etwa in der

Mitte der den Fuchs entgegengesetzten langen Seite des Herdes angebracht ist.

An diesem Punkte hat die Sohle ein hinlänglich großes Becken, um den Stein von zwei auf einander folgenden Schmelzprozessen aufnehmen zu können. Die geringste Dicke der feuerfesten Sandschicht beträgt 0,25 Meter; dieselbe bildet die eigentliche Herdsohle und liegt auf einer 0,50 Meter dicken Quarzsandschicht, die sehr festgestampft ist und die auf Ziegelsteinen ruht, in denen Kanäle zur Entweichung der Feuchtigkeit angebracht sind.

Das Wasserbecken ist 2 Meter breit und 2 Meter tief; der blecherne Cylinder hat einen weit kleinern Durchmesser und ist nur 1 Meter hoch.

Die inneren Wände des Ofens und der Esse, die Brücke und der Fuchs bestehen aus feuerfesten Ziegelsteinen von Stourbridge; das äußere Mauerwerk, welches aus gewöhnlichem Mauerwerk aufgeführt, ist von dem feuerfesten Futter durch einen leeren Raum von 0,06 bis 0,07 Meter getrennt, und mit kleinen Ziegelsteinbruchstücken und Sand ausgefüllt. Die Armaturen bestehen aus Schmiedeeisen.

Einrichtung der Oefen zur Darstellung des weißen und des blauen Steines. — Diese Oefen zeigen nur geringe Unterschiede gegen die vorhergehenden; die Dimensionen sind fast dieselben, das Chargiren des größten Theiles von den Materialien wird stets durch einen Aufschütter im Gewölbe bewirkt, und jeder Ofen hat seine besondere Esse. Die Arbeitsthür befindet sich am Ende des Ofens, allein die Schlacke und der Stein fließen durch eine Seitenöffnung in Sandform ab, die nach jedem Prozeß von den Arbeitern wieder hergestellt werden; sie ersetzen das große Wasserbecken, welches noch auf manchen Hütten zum Granuliren des Bronzesteines angewendet wird.

Aus der schon wiederholt erwähnten Abhandlung von Hyde Clarke bemerkt der Bearbeiter in Beziehung auf diese Oefen noch Nachstehendes: — Die Größe des Rostes hängt hauptsächlich von der des Ofens ab; allein sie wird von verschiedenen Ingenieuren verschieden angegeben; nach der eines sehr tüchtigen praktischen Hüttenmannes beträgt die Oberfläche des Herdes 154 Quadratfuß und die des Rostes 17—19 Quadratfuß. Die Tiefe unter der Feuerbrücke ist von geringerer Wichtigkeit. Die Ziegelsteinsohle eines neuen oder eines neu vorgerichteten Ofens muß sorgfältig abgewärmt werden, zu welchem Ende er etwa 14 Tage lang bei geöffneten Thüren in Feuerung erhalten wird. Nachdem mehre Stunden lang ein starkes Feuer gegeben worden ist, um zu sehen, ob nicht Risse oder Löcher in dem Futter, der Füllung und dem Mantel vorhanden sind, wird etwas Schlacke in den heißen Ofen gebracht und auf der Ziegelsteinsohle geschmolzen, so daß sie eine etwa 2 Zoll dicke Lage bildet; auch wird, während der Ofen noch heiß ist, etwas Sand eingebracht.

Es wird nun die Sohle von feuerfestem Sande vorgerichtet, deren Dicke etwa 18 Zoll beträgt; der Sand wird mittelst einer Kratze möglichst eben gezogen und mittels Schlägeln festgeschlagen, wobei man ihm eine geringe Neigung nach der Abstichöffnung ertheilt, worauf der Ofen 2 Stunden lang gefeuert wird, so daß der Sand zu einer festen Masse zusammensintert. Dann werden die Thüren geschlossen und der Ofen erhält 12 Stunden lang eine starke Hitze, worauf etwas Metall oder Erz auf den Herd gebracht und dasselbe geschmolzen wird, wozu etwa eine Viertelstunde erforderlich ist.

Man schreitet nun zur Bildung einer zweiten Sandsohle, die eine Dicke von 4—5 Zoll erhält und calcinirt dieselbe etwa 4 Stunden lang, worauf sie mit der Kratze möglichst gleich gezogen und mit dem Schlägel festgeschlagen wird. Es werden alsdann die Thüren geöffnet, die Sohle wird 10 Stunden lang einer Schmelzhitze unterworfen, der Ofen darauf wieder geschlossen, darauf etwas Metall eingetragen und dasselbe geschmolzen, wozu etwa eine halbe Stunde erforderlich ist. Bei geschlossenen Thüren wird nun der Ofen 3 Stunden lang bis zur Rothgluth abgekühlt, und es wird eine volle Charge eingebracht und geschmolzen, worauf man ihn wieder abkühlt und drei Chargen hintereinander schmilzt. Nachdem nun der Ofen nochmals abgekühlt worden ist, wird er zum regelmäßigen Betriebe benutzt.

Die Sohlen bilden einen sehr wesentlichen Punct bei der Vorrichtung und dem Betriebe der Kupferschmelzöfen, und wir halten uns auch daher länger dabei auf. Man wendet dazu in Süd-Wales sogenannten Triebsand, d. h. solchen an, der von dem Winde an die Küste getrieben worden ist, und zwar aus dem Grunde, weil er zur Hand liegt und seine Herbeischaffung nur wenig Kosten verursacht; manche Werke gebrauchen täglich an 70 Wagenladungen davon. Der Triebsand enthält weniger Muschelschalen als der Ufersand, ist daher minder kalkhaltig und strengflüssiger.-

Der von den Küsten entfernt vorkommende Sand kann nicht angewendet und der beste feuerfeste Sand muß aus England eingeführt werden; eine geringere Sorte kommt auch bei Swansea und Neath in Wales vor. Der Triebsand enthält 86 Proc. Kieselerde, 5¾ Proc. Kalkerde und 1¼ Proc. Eisenoxyd; der sogenannte feuerfeste Sand von den genannten Orten enthält 92—93 Proc. Kieselerde und 7—8 Proc. Kalkerde und Eisenoxyd.

Die Dauer der Sandsohlen in den Erz- oder Schmelzöfen ist sehr verschiedenartig; denn während sie an manchen Orten nach 2 Monaten ausgewechselt werden müssen, hat man auch Beispiele von einer jährlichen Dauer. Sehr wesentlich ist es, die unterste Sohle möglichst zu schonen, und sie nur dann auszuwechseln, wenn der Ofen gänzlich außer Betriebe ist. Unter diesen Verhältnissen kann dieser untere Theil des Herdes mehre Jahre benutzt werden, ohne einer Reparatur oder Auswechselung zu bedürfen; der obere Theil der Sohle muß dagegen öfter ausgewechselt und reparirt werden.

Einrichtung der zum Schlackenschmelzen angewendeten Oefen. — Fig. 3, Taf. II ist der senkrechte Durchschnitt eines solchen Schlackenofens nach der Linie AB, Fig. 4.

Fig. 4 ist dagegen ein horizontaler Durchschnitt nach der Linie CD, Fig. 3.

Dieser Ofen unterscheidet sich in einigen Puncten von dem zum Verschmelzen der Erze und des Steins angewendeten Oefen, zuvörderst durch seine Dimensionen und dann auch dadurch, daß ihm der Aufschütter fehlt. Die Schlacken werden in Stücken durch eine Seitenthür chargirt, welche der Abstichöffnung gegenüber liegt; die Arbeitsthür befindet sich auch hier am Ende der Sohle und unter dem Fuchs.

Hauptdimensionen. Rost: 1,32 Meter auf 1,37 [illegible]. Entfernung von der Brückenkante bis zum Rost: 1,20 Meter. [illegible]

Durchgang für die Flammen. Größte Höhe [illegible] Meter; die Breite ist die des Rostes, nämlich [illegible] Meter, die [illegible] Dicke 0,76 Meter.

Herdsohle. Länge: 4,30 Meter; Breite: 3 Meter zwischen der Thür zum Chargiren und der Abstichöffnung; Breite an der Brücke: 2 Meter; Breite am Fuchs: 0,90 Meter; Querschnitt des Fuchses: 0,30 auf 0,40 Meter. Die 18 Meter hohe Esse hat einen Querschnitt von 0,61 auf 0,71 Meter.

Die Arbeitsthür ist 0,33 Meter breit und 0,25 Meter hoch.

Die Thür zum Eintragen der Schlacken ist breiter und höher, indem sie 0,50 gegen 0,35 Meter mißt; an der äußern Seite ist diese Thür 0,86 Meter breit.

Die Abstichöffnung ist 0,11 Meter im Quadrat weit und der im Sande der Hüttensohle vorgerichtete Sumpf dehnt sich auf fast die ganze Länge des Ofens aus.

Die Sohle besteht aus feuerfestem Sand, der durch ein heftiges Feuer geschmolzen ist; man giebt seiner Oberfläche eine geringe Neigung gegen die Abstichöffnung, ohne daß er mit einem innern Becken versehen, wie es bei den Steinschmelzöfen der Fall ist. Unter diesem obersten Herde befindet sich ein zweiter von festgestampftem Sand, und darunter befinden sich Ziegelsteine mit Kanälen zur Entwicklung der Feuchtigkeit.

Die Dicken der feuerfesten Ziegelsteine und des äußern Mantels sind auf dem Grundriß angegeben, die eisernen Armaturen sind dagegen in den Figuren weggelassen; sie bestehen am zweckmäßigsten, wie bei allen diesen Oefen, aus gußeisernen platten Ständern, die in einer Entfernung von 1—2 Fuß von einander und in der Sohle befestigt und oben durch je 2 gegen einander gegenüberstehende, mit Schmiedeeisen verbundene Schraubenbolzen verbunden sind. Ein solches, den Ofen umgebendes, guß- und schmiedeeisernes Gitter hält das Ofengemäuer zusammen und schützt es gegen die ausdehnenden Einwirkungen der Hitze; allein es hat nicht die bereits oben angegebenen Nachtheile der Umschließung der Oefen mit gußeisernen Platten.

Röstschmelzöfen. — Die zu dem sogenannten Röstschmelzen angewandten Oefen haben dieselbe Einrichtung, wie die so eben beschriebenen Schlackenschmelzöfen; sie unterscheiden sich nur dadurch, daß sie eine Seitenöffnung haben, durch welche äußere Luft auf den Ofenherd eingeführt werden kann. Sie ist, wie bei den Röstöfen, in der Ecke der Brücke angebracht und erweitert sich etwas von innen nach außen; im Innern beträgt der Querschnitt 0,11 und außerhalb 0,15 Meter im Quadrat.

Einrichtung der Oefen zum Gaarmachen und zum Raffiniren. — Fig. 5 ist ein senkrechter Durchschnitt nach der Linie AB, Taf. II, und Fig. 6 ein horizontaler Durchschnitt nach CD.

Die Construction dieser Oefen steht der der Schlackenschmelzöfen am nächsten; die Arbeitsthür unter dem Fuchs dient zu gleicher Zeit zum Abstich des raffinirten Kupfers; die Herdsohle hat eine etwas starke Neigung von der Brücke nach dem innern Basin unter dem Fuchs, in welchem sich das Kupfer am Ende des Prozesses vollständig ansammeln muß; die in der Seite angebrachte Thür dient nur zum Chargiren des Rohkupfers.

Hauptdimensionen. Rost. Breite 1,32, Länge 1,37 Meter; Entfernung des Rostes von der Brückenkante 1,50 Meter; Höhe des Aschenfalls [illegible] ter.

[illegible]ng der Flammen. Breite 1,32 Meter; größte Höhe [illegible] änge der Brücke 0,76 Meter. Die Brücke ist massiv und [illegible] festem Ziegelstein aus Stourbridge.

Herdsohle. Länge 3,50 Meter; die größte Breite befindet sich in der Mitte an der Chargirungsthür und beträgt 2,50 Meter; an der Brücke beträgt sie nur 2,20 und am Fuchs nur 0,66 Meter. Die Sohle beginnt 0,30 Meter unter der Brücke, d. h. 0,80 Meter unter dem höchsten Puncte des Gewölbes; die gußeiserne Platte, welche den Schwell der Arbeitsthür bildet, liegt 0,30 Meter unter der Brücke; die Tiefe des Bassin beträgt auch 0,40 Meter; die Höhe des Gewölbes über dem Basin ist nur 0,61 Meter.

Der Querschnitt des Fuchses ist 0,30 auf 0,40 Meter; der innere Querschnitt der Esse hat 0,71 auf 0,61 Meter; die Höhe beträgt 16 Meter. Die Chargirungsöffnung ist 0,50 Meter breit und 0,35 Meter hoch; am äußern Mauerwerk ist sie aber viel breiter, und es beträgt ihre Breite 0,85 Meter. Die Thür besteht aus Ziegelsteinen, die durch einen schmiedeeisernen Rahmen zusammengehalten werden; sie läuft, wie gewöhnlich, in schmiedeeisernen Falzen und ist an einem Balancier aufgehängt.

Am Ende des Ofens hat die feuerfeste Mauer nur die Dicke eines halben Ziegelsteines; die Arbeitsthür ist 0,33 Meter breit und 0,25 Meter hoch; der Bogen in dem Mauerwerk von gewöhnlichem Ziegelstein hat eine Weite von 0,85 Meter. Die Thür besteht aus Ziegelsteinen, die von einem eisernen Rahmen umschlossen sind; sie wird nur auf die gußeiserne Platte vor der Oeffnung gestellt, und man nimmt sie mit einem Hebel weg, den man in einem Haken in den Rahmen einhängt.

Die Herdsohle besteht aus zwei über einander liegenden Schichten; die untere Schicht besteht aus einem Gemenge von feuerfestem Sand und Ziegelsteinbruchstücken; sie ist mit hölzernen Keulen sehr fest gestampft. Die oberste Schicht, welche die eigentliche Herdsohle bildet, besteht aus etwas thonigen, eisenhaltigen und kalkigen Sand, der zuvörderst festgestampft und alsdann durch ein starkes Feuer zusammengesintert ist.

Die Schwelle der Arbeitsthür liegt 0,60 Meter über der Hüttensohle, und es macht diese geringe Höhe den letzten Theil der Arbeit, den Abstich des raffinirten Kupfers minder schwierig.

Einrichtung der Roste. Bei allen Oefen liegt das Brennmaterial nicht direct auf den Roststäben; in der länglich-viereckigen Vertiefung, die den Feuer- oder Röstraum bildet, sind zwei starke eiserne Balken in dem Mauerwerk angebracht; regelmäßige Roststäbe werden nicht angewendet, sondern man legt auf die Träger Stäbe von altem Eisen, da der Rost durch eine sogenannte Klinkerschicht gebildet wird, die aus dem bedeutenden Aschengehalte der benutzten Steinkohlen gebildet wird. Die bei dem südwaleser Hüttenprozeß gewöhnlich angewandte Kohle ist sehr häufig gänzlich irrig als anthracitartige Dampfkohle bezeichnet worden; sie enthält einen bedeutenden Theil Asche, die, wie schon erwähnt, den sogenannten Klinker bildet; und hieraus hat man den Vortheil gezogen, eine rothglühende, poröse Schicht der Masse aufzubauen, indem man stets einen bedeutenden Theil von Klinkern auf dem Roste zurückläßt. Auf der obern Seite dieses Klinkerrostes werden die Steinkohlen verbrannt, und es wird derselbe dadurch fast in gleicher Höhe oder Dicke erhalten, daß man von der untern, dem Aschenkasten zugekehrten Seite etwas wegnimmt, besonders wenn sich zu dicke und große Klinker gebildet haben.

Ein solcher Klinkerrost ist porös. [illegible] ...hen Kanäle durch denselben, wodurch die atmosphärische Luf[illegible] ...c ihrem Wege erwärmt

wird, ehe sie die brennenden Kohlen erreicht und in den Ofen gelangt. Ist es erforderlich, so werden noch mehr solche Röhren von unten aus durch die Klinkermasse gestoßen; es muß nur mit großer Sorgfalt dahin gesehen werden, daß durch diese Kanäle nicht zu viel Staubkohlen ohne allen Nutzen in die Asche fallen.

Der größte Vortheil bei dieser Feuerungsmethode besteht darin, daß fast jede Kohlensorte zum Rösten und zum Schmelzen benutzt werden kann. Gewöhnlich sind es die sogenannten Staubkohlen, oft ganz unverkäufliche Dinge, welche den Gruben wegen des Raumes, den sie über Tage einnehmen, und weil sie unter Luftzutritt und Feuchtigkeit häufig sich selbst entzünden, eine wahre Plage für die Grubenverwaltung sind. Es ist jede gut brennende Kohle anwendbar, sie muß nur wohlfeil sein; allein die magern Kohlen verbrennen, wenn man sie allein benutzt, zu schnell. Es hat aber das Brennmaterial unter den vorliegenden Umständen den doppelten Zweck, Flamme für den Ofen zu erzeugen und den sogenannten Klinkerrost zu bilden und zu erhalten. Dieser Zweck wird aber am besten dadurch erreicht, daß man magere und backende Kohlen mit einander vermengt, während die alleinige Verbrennung von Anthracit oder von Backkohle ganz unzweckmäßig ist.

Die besten Kohlen sind in dieser Beziehung die im südwaleser Becken vorkommenden, da sie einerseits backend sind und den Klinkerrost erhalten, andrerseits aber frei brennen; New=Castler=Kohlen brennen auch gut und binden auch etwas, wogegen die Lancaster=Kohlen nur geringen Werth haben. Auch künstliches Brennmaterial ist angewendet; allein die Arbeiter haben ein Vorurtheil dagegen, weil es in zu großen Blöcken vorkommt, die sich nicht so gut behandeln lassen, als die Staubkohlen.

Das Brennmaterial wird hauptsächlich von solchen Steinkohlengruben geliefert, die von den Kupferhüttengesellschaften gepachtet worden sind; die besseren Kohlensorten werden verschifft und es erhalten die Kupferhütten die schlechteren, namentlich die Klein= und die Staubkohle, die freilich oft sehr schlecht ist, indem auf den Hütten häufig eine zu geringe Aufmerksamkeit auf die Untersuchung ihrer Qualität verwendet wird, die Hütten in dieser Beziehung auch oft keine Wahl haben. Dagegen ist aber der Preis dieser Kohlen so gering, daß man auf ihre Qualität und auf die Menge ihres Verbrauchs auch nicht so sehr zu sehen braucht. Herr Hyde Clarke ist übrigens der Meinung, daß es sehr zweifelhaft sei, daß diese schlechten Staubkohlen wirklich die Vortheile gewähren, die ihm die waleser Hüttenleute allgemein zuschreiben. Gute Kohlen bilden kleinere Klinker, die einen geringern Abgang haben und sparsamer verbrennen, wogegen die unreinen Staubkohlen sehr große Klinker bilden und einem guten Betriebe der Oefen entgegen sind. Bei guten Kohlen braucht das Feuer weit weniger oft geschürt zu werden.

Eben so hält Hyde Clarke auch die quadratische Form des Rostes nicht für zweckmäßig, indem es ein Raum ist, den das Feuer nicht vollständig einnimmt, aus welchem Grunde auch der Rost so leicht beschädigt wird. Er giebt daher Feuerräumen mit abgerundeter Hinterwand den Vorzug.

Eine sehr wesentliche Bedingung bei einer guten Feuerung ist die, daß die gehörige Menge atmosphärischer Luft zu den brennenden Steinkohlen gelangt; bei den verschiedenen Prozessen und für die verschiedenen Perioden derselben sind diese Luftmengen sehr verschieden. Eine gute Regulirung der

zuströmenden Luft ist aber bei den Klinkerrosten weit leichter zu bewirken, weil es in der Hand des Arbeiters liegt, die Anzahl und die Weite der Luftkanäle zu vermehren oder zu vermindern.

Bei der Röstung muß die Verbrennung zuvörderst eine sehr langsame sein; der durch den Rost einströmende Sauerstoff der Luft wird dort gänzlich verbraucht; er muß hauptsächlich Kohlenoxyd erzeugen und durch die Wärme, welche durch die unvollständige Verbrennung der untern Steinkohlenmasse entwickelt, die hinreichend langsame Destillation derjenigen Kohle bewirken, die von Zeit zu Zeit oben eingeschürt wird. Die Zwischenräume zwischen den Klinkerstücken müssen zahlreich aber eng sein, damit die Luft in beschränkter Menge und zugleich mit hinreichender Geschwindigkeit einströmen kann, damit die Kohlensäure, welche durch die Verbrennung zuerst entsteht, durch die Berührung mit dem glühenden Brennmaterial in einem möglichst starken Verhältniß in Kohlenoxydgas verwandelt werden kann. Gegen Ende des Prozesses muß die Temperatur der auf der Herdsohle liegenden Materialien wesentlich erhöht werden, um die während der Oxydationsperiode erzeugten schwefelsauren Salze zersetzen zu können. Man giebt der Verbrennung auf dem Rost eine größere Lebhaftigkeit, wenn man den Kanal, durch den Luft auf den Herd geführt wird, verschließt und dagegen die Kanäle in dem Klinkerrost mittelst eines Spießes vergrößert, je nachdem man mehr oder weniger Hitze nöthig hat.

Während der ersteren Periode des Prozesses ist der Rost gewissermaßen nur ein Generator brennbarer Gase, die mittelst kalter Luft, welche sich nicht sogleich mit ihnen vermischt, auf der Herdsohle verbrannt werden. Bei dem stärkern Feuern am Ende des Prozesses wirkt er ebenfalls noch als Generator; allein es ist zu gleicher Zeit der Zug in Folge der vollständigern und lebhaftern Verbrennung über den größern Oeffnungen in dem Klinker weit lebhafter. Die im Ueberschuß durch diese Kanäle einströmende Luft gelangt auf die Herdsohle, sie hat eine sehr hohe Temperatur und ist mit brennbaren Gasen gemischt, die in andern Theilen des Rostes erzeugt worden sind. Die Verbrennung auf der Herdsohle wird sehr lebhaft, die erzeugte Wärme macht den Zug immer lebhafter und der Ofen hat sehr bald eine zweckmäßige Temperatur erreicht.

Diese letztere Einrichtung ist die bei den Schmelzöfen angenommene. Zu jedem Zeitpuncte der Prozesse verändert man die Temperatur dadurch, daß man die Oeffnungen, durch welche die Luft im Ueberschuß durch den künstlichen Rost strömt, enger oder weiter macht.

Beschreibung der Arbeit oder des Betriebes.

Die Zugutemachung der drei Erzklassen, gewöhnliche, reine und unreine, zeigt mehre gemeinschaftliche Prozesse, d. h. die gleichen Zweck haben und ähnliche Producte geben. Sie unterscheiden sich nur durch wenige Einzelnheiten, die sich auf die Zusammensetzung der Beschickung und auf die Reinheit der erhaltenen Producte beziehen. Diese Unterschiede lassen sich leicht aus den allgemeinen Betrachtungen, die weiter oben über das englische Verfahren angestellt worden sind, ableiten, so daß es nicht erforderlich sein wird, darauf weiter einzugehen. Es würde unzweckmäßig sein, alle, bei der Zugutemachung der drei Erzklassen vorkommenden Arbeiten zu beschreiben, indem dabei sehr häufige Wiederholungen vorkommen würden; es scheint

daher zweckmäßiger zu sein, nach und nach die zehn verschiedenen Prozesse, die bei den drei verschiedenen Abtheilungen der Zugutemachung ausgeführt werden, nach und nach zu betrachten, und für jede derselben die Erze anzugeben, worauf man die Prozesse anwenden muß, so wie auch die hauptsächlichsten Abänderungen, welche die Verschiedenheit der Erze veranlaßt.

Es sollen bei dieser Auseinandersetzung des englischen Kupferhüttenbetriebes die bei der Zugutemachung der reinen Erze befolgte Ordnung bei der vorliegenden Beschreibung angewendet werden, indem vor dem Schmelzen auf blauem Stein der vierte Prozeß, die Darstellung des weißen Steins, betrachtet werden wird.

Es wird nicht erforderlich sein, auf die Auseinandersetzung der Reactionen für die sechs Prozesse zurückzukommen, deren Ganzes den einfachsten Ausdruck des Verfahrens bildet, allein wir wollen die Reactionen der drei speciellen Prozesse, welche bei der Zugutemachung der reinen und der sehr unreinen Erze vorkommen, nämlich der bei den Röstungen α und β, und des Schlackenschmelzens γ uns näher aufhalten.

Endlich um die Beschreibung und die Berechnung der speciellen Kosten so viel als möglich abzukürzen, wollen wir annehmen, daß die drei Erzklassen fast gleiche Mengen von Bronzestein geben, wobei freilich vorausgesetzt wird, daß die gewöhnlichen Erze reicher als die reinen, und diese reicher als die unreinen Erze sind.

Bei dieser Annahme braucht kein Unterschied unter den drei Erzklassen bei den drei ersten Prozessen: Erzröstung, Darstellung des Bronzesteins und Röstung desselben gemacht zu werden.

Wir werden uns daher auf die nachstehenden Bemerkungen beschränken können:

In Beziehung auf die Röstung. Die Fahlerze, so wie die übrigen sehr unreinen Erze, müssen mit einer sehr bedeutenden Menge von Erzen mit Eisen kiesiger Gangart beschickt, und es muß die Oxydation möglichst weit getrieben werden. Der Grad des Vorschreitens der Röstung hängt fast gänzlich von dem Verhältniß der reinen Erze ab, die unmittelbar in das Steinschmelzen gebracht werden können und welche dazu dienen, eine bedeutende Menge Eisen und Schwefel einzuführen, die zur Bildung eines armen Bronzesteins erforderlich sind.

Die gewöhnlichen Erze erfordern ebenfalls das Vorhandensein einer gewissen Schwefelkiesmenge in einem um so größern Ueberschuß, je bedeutender der Arsen- und Antimongehalt der Erze ist. Die Oxydation muß um so weiter getrieben werden, je mehr reine kiesige Erze man bei dem Steinschmelzen zuschlagen kann.

Reine Erze müssen im Allgemeinen besonders geröstet werden und die Oxydation darf die Vertreibung von der Hälfte des Schwefelgehaltes nicht überschreiten.

In Beziehung auf das Steinschmelzen. Der Bronzestein, das Hauptproduct des Prozesses, kann bei der Arbeit mit gewöhnlichen Erzen reicher sein, als bei der Zugutemachung reiner und unreiner. Bei den [illegible]ztern müssen mehre Prozesse angewendet werden, um den Stein weiter [illegible] verarbeiten und es ist dabei, um zweckmäßige Reactionen zu ver[illegible], viel Eisen und Schwefel erforderlich. Man muß daher unter [illegible] das Schmelzen bestimmten kiesigen Erzen eine Auswahl treffen. [illegible] werden [illegible] für die besondere Verarbeitung der reine[illegible]

[illegible]

Erze aufbewahrt; die reichsten kommen zur gewöhnlichen Arbeit; die ärmsten, die aber den meisten Schwefelkies enthalten, kommen zur Zugutemachung der unreinen Erze. Bei den oxydirten und kohlensauren Erzen, bei reichen Schlacken, bei dem Rösten von der Herdsohle und den Ziegelsteinen, so wie endlich bei verschiedenen kupferhaltigen Rückständen, muß man hauptsächlich auf das Verhältniß der schädlichen Körper achten, die sie enthalten können, ehe der Prozeß bestimmt wird, bei dem sie zweckmäßig zugeschlagen werden können.

Bei dem Verschmelzen reiner Erze auf Bronzestein ist das Verhältniß der reichen Schlacken stets weniger bedeutend, als bei der gewöhnlichen Arbeit, da ein großer Theil von den Schlacken durch einen besondern Prozeß zu Gute gemacht wird.

Bei der Zugutemachung unreiner Erze ist dieses Verhältniß dagegen weit bedeutender, da alle Schlacken mehr oder weniger nachtheilige Substanzen enthalten, und weil das Schmelzen auf Bronzestein der einzige Prozeß ist, bei welchem sehr unreine Materialien zugeschlagen werden können.

In Beziehung auf die Röstung des Steins. Der Grad des Fortschreitens der Röstung hängt von dem Verhältniß der reinen Erze ab, welche für den folgenden Schmelzprozeß aufbewahrt werden; allein die Oxydation braucht bei reinen Erzen nicht so weit getrieben zu werden als wie bei gewöhnlichen. Bei unreinen Erzen aber müßte die Oxydation bei der Röstung des Bronzesteins so weit als möglich getrieben werden.

Unter bestimmter Annahme des Gesagten, sollen nun die drei ersten Prozesse der Art beschrieben werden, als wenn es sich nur um die Verarbeitung gewöhnlicher Erze handelte.

Erster Prozeß. — Erzröstung. — In der als Beispiel angenommenen Hütte sollen jährlich 19,200 Tonnen kiesige Erze zur Röstung kommen, d. h. wöchentlich 370—371 Tonnen.

Brennmaterial. — Man verbrennt, wie schon gesagt wurde, auf dem Roste kleine oder Staubkohle, die aus einem Gemenge von 0,72 magerer und 0,28 fetter Kohle bestehen; die Tonne derselben kostet 5,83 Frcs. auf dem Hüttenplatz, von wo aus sie durch die Röstarbeiter zu den Oefen geschafft werden.

Personal. — Ein Ofen erfordert zwei Arbeiter; jeder derselben arbeitet während 24 Stunden, und ruht alsdann eine gleiche Zeit aus. Sie müssen das Feuer unterhalten, die Schlacken und die Asche unter dem Rost wegnehmen, sie müssen das Brennmaterial von seinen Lagerplätzen an dem Kanal in Karren laden und zu den Oefen schaffen; sie müssen die gerösteten Erze unter dem Ofenherde wegnehmen und sie zu den Steinschmelzen transportiren. Bei dieser sehr mühseligen Arbeit werden sie von Tagelöhnern unterstützt. Das Erztransport zu den Aufschüttern über den Oefen ist besondern Arbeitern in Geding gegeben, die etwa 30 Cent. für die Tonne erhalten.

Die Röstarbeiter werden aber während ihrer Ruhetage auch beim Laden und bei dem Abstich der Raffiniröfen benutzt. Sie werden im Geding bezahlt nach den Erzchargen, die zur Röstung gelangen und können daher in 24 Stunden durchschnittlich 5,30 Frcs. verdienen.

Betrieb. — Eine [illegible] durch zwei Aufschütter eingebracht wird, besteht aus 3,45 [illegible] vorher in den Aufschütter gebracht werden, so daß der Röst[illegible]ster der Aufschütter zu öffnen

braucht, um die Erze auf die Sohle fallen zu lassen, nachdem die vorhergehende Charge von der Sohle abgezogen worden ist.

Die Arbeiter der beiden Oefen vereinigen sich, um die aus den Aufschüttern auf die Sohle gefallenen Erze auf derselben möglichst gleichartig zu verbreiten, worauf die Thüren verschlossen und verstrichen werden; der Arbeiter beschäftigt sich mit dem Rost und richtet den Klinker so ein, daß die Temperatur nur sehr langsam steigt.

Nach zwei Stunden rührt er die Erzmasse mit dem Krahl zum ersten Male um, damit die Oberfläche erneuert wird. Er muß dahin sehen, daß der Krahl alle Theile der Erze durchzieht und die zusammengebackenen Theile von einander trennt. Daß Durchkrahlen erfolgt nach und nach durch alle vier Thüren und darf nicht länger als eine Viertelstunde dauern. Es wird diese Arbeit nach Verlauf von ein oder zwei Stunden wiederholt, je nachdem die Erze sich mehr oder weniger leicht zusammenbacken.

Elf Stunden nach dem Chargiren feuert man statt des letzen Durchkrahlens sehr stark, so daß alle Materialien rothglühend werden. Dieß dauert etwa $\frac{3}{4}$ Stunden, worauf der Arbeiter zum Entladen schreitet; er wird dabei entweder von dem ihm ablösenden oder von demjenigen Arbeiter unterstützt, der bei dem benachbarten Ofen beschäftigt ist. Beide nehmen die vier gußeisernen Platten weg, welche die Entleerungsöffnungen auf der Herdsohle bedecken und ziehen die gerösteten Erze in den Raum unter dem Ofen. Während dieser Arbeit entwickeln sich eine sehr große Menge von schweflichter und Schwefelsäure, gegen deren Einflüsse sich die Arbeiter nur sehr unvollständig dadurch schützen, daß sie ihre Taschentücher vor Mund und Nase binden.

Das Entladen ist um so mühseliger, da das Gewölbe, in welches die gerösteten Erze gezogen werden, sich auf den beiden langen Seiten des Ofens um 0,80 Met. verlängert, indem aus diesen Oeffnungen die erkalteten Erze herausgenommen werden müssen. Aus diesen beiden Oeffnungen strömen alle Gase und Dämpfe aus und wirken direct auf die darüber stehenden Arbeiter ein. Es scheint doch keine Schwierigkeiten zu haben, durch irgend eine einfache Vorrichtung die Arbeiter gegen die nachtheiligen Wirkungen der Säure zu schützen.

Jeder Röstprozeß dauert zwölf Stunden, so daß jeder Arbeiter in seiner Schicht zwei Chargen, d. h. 6,90 Tonnen Erz abröstet und er muß daher 24 Stunden hinter einander bei dem Ofen bleiben.

Bemerkung. — Die Charge wird in dem Augenblick eingebracht, in welchem der Ofen seinen höchsten Hitzgrad erreicht hat; der angenommene Gebrauch, wonach die Arbeiter zweier Oefen vereinigt werden, um das Ausziehen der Erze und das Ausdehnen der frisch eingeladenen zu bewirken, kürzt daher die Zeit, während welcher die Ofenthüren geöffnet gehalten werden müssen, um die Hälfte ab. Man benutzt auf diese Weise die Ofenhitze zur Erwärmung der neuen Charge so viel als möglich; die Destillation des Schwefels und die Oxydation können in der Nähe der Brücke nach einer Stunde beginnen.

Die Leitung des Feuers und die Oeffnung des Registers, durch welches während der Oxydation bei niedriger Temperatur Luft einströmt, hängen von der Beschaffenheit der Erze ab. Man muß jedes Zusammenbacken der Erze verhindern, indem sonst die Luft nicht regelmäßig einwirken könnte; die Erze, welche viel Schwefelkies enthalten, haben eine große Tendenz zu-

sammenzubacken, da die Destillation des Schwefels von einer Schmelzung begleitet ist; es müssen daher bei der Röstung unreiner Erze die möglichsten Vorsichtsmaßregeln angewendet werden. In dem Maß, daß der Schwefel vertrieben und das Verhältniß der Oxyde größer wird, ist das Zusammenbacken weniger zu fürchten, und es kann der Arbeiter die Temperatur steigern. Die Menge der kalten Luft, welche er auf die Herdsohle gelangen läßt, hat einen großen Einfluß auf die Schnelligkeit, mit welcher die Erze heiß werden und sich oxydiren; hauptsächlich aber auf das Verhältniß der sich auf der Röstung bildenden Arseniate und Antimoniate. Es ist um so weniger Luft zu den verschiedenen Momenten der Oxydationsperiode einzulassen, je unreiner die Erze sind. In den Hütten zu Swansea nimmt man im Allgemeinen an, daß der Rostbetrieb um so besser sei, je mehr Sorgfalt der Arbeiter angewendet hat, um die Menge der kalten Luft zu beschränken.

Während des starken Feuerns ist das Seitenregister geschlossen und die Temperatur darf nicht über die Rothglühhitze gesteigert werden; daher darf denn auch die starke Feuerung nicht lange fortgesetzt werden, weil sonst die Sulfurete zusammenbacken und Silicate bilden würden. Das Zusammenbacken an und für sich würde alsdann keinen Nachtheil für die chemischen Reactionen haben, allein beim Chargiren der gerösteten Erze, in die Aufschütter der Schmelzöfen, würden große Stücke unbequem sein. Außerdem wurde dadurch die Beaufsichtigung erschwert werden, weil man alsdann nicht erkennen könnte, ob die Oxydationsperiode mit einer zweckmäßigen Temperatur geführt worden ist.

Man hat in den englischen Hütten ganz im Allgemeinen eine sehr einfache Maßregel angenommen, wodurch die Arbeiter genöthigt werden, in der ersten Periode der Röstung die Wärme nur nach und nach zu steigern und die Oxydation bei einer niedrigen Temperatur zu bewirken, wobei das Zusammenbacken für die Regelmäßigkeit der nützlichen Reactionen sehr nachtheilig sein würden. Es werden nämlich die Arbeiter dazu angehalten, alle zusammengebackenen Theile der Erze wieder zu pulverisiren und nochmals zu rösten, ohne dafür eine besondere Bezahlung zu verlangen. Es hat jedoch diese Maßregel einen Nachtheil, indem die Röstarbeiter den Ofen stets sehr kalt zu halten suchen, nicht allein während der Oxydationsperiode, sondern auch während der stärkern Feuerung, die den Zweck hat, die Sulfate zu zersetzen. Da das Ansehen der gerösteten Erze nicht ergiebt, ob die Temperatur in den verschiedenen Phasen des Prozesses zu niedrig gehalten worden ist, so muß daher die Röstung durch geschickte Werkmeister überwacht werden, und diese halten dann darauf, die Oefen in denjenigen Hitzgrad zu bringen, welche für die verschiedenen Erzsorten und die verschiedenen Perioden die zweckmäßigste ist.

Das Gelingen der Röstung hängt hauptsächlich von der Sorgfalt ab, welche die Werkmeister oder Aufseher auf die genaue Beobachtung des Prozesses verwenden.

Leitung des Feuers. — Man versteht hierunter das Einschüren der Steinkohlen durch das Schürloch und die Erhaltung der Klinkerlage.

Das Schüren des Brennmaterials erfolgt in fast regelmäßigen Zwischenräumen von 1—1¼ Stunden. Man verbrennt in 12 Stunden, d. h. zum Abrösten einer Charge 420 Kilogrm. von dem Gemenge beider Steinkohlensorten. Das Schürloch ist [illegible] Gemenge angefüllt, und der

Arbeiter hat alsdann weiter nichts zu thun, als es in das Innere des Rostraumes mittelst seiner Kratze zu stoßen, und es auf der Oberfläche des Klinkerrostes regelmäßig auszubreiten; darauf wirft er mit der Schaufel so viel Steinkohlen in das Schürloch, daß es ganz luftdicht verschlossen ist. Die Brennmaterialcharge beträgt 40—50 Kilogrm. und es wird ihre Destillation in der Zeit zwischen zwei Chargen vollständig bewirkt, so daß der Rost fast fortwährend mit verkohltem Brennmaterial angefüllt ist. Die auf die Herdsohle gelangenden oxydirbaren Gase müssen ein sehr bedeutendes Verhältniß von Kohlenoxyd enthalten. Die Unterhaltung der Klinkerschicht erfordert von Seiten des Arbeiters eine sehr große Geschicklichkeit, denn die Beschaffenheit der leeren Zwischenräume, durch welche die Luft zu dem Brennmaterial gelangen kann, hat den größten Einfluß auf die Temperatur, zu welcher die Erze gebracht werden müssen. Der Arbeiter muß nach und nach während der Oxydationsperiode und in dem Maß, als das Fortschreiten der Röstung eine sehr höhere Temperatur gestattet, ohne ein Zusammenbacken befürchten zu müssen, die Anzahl der kleinen Oeffnungen vermehren. Während der letztern Stunde und während der stärkern Feuerung, welche den Prozeß beendigt, muß der Arbeiter in die Klinkermasse einige hinlänglich große Oeffnungen stoßen, damit überschüssige Luft einströmen kann. Es müssen aber dieselben am Schluß des Prozesses größtentheils wieder geschlossen werden, damit der Rost wiederum in den für den Beginn des Prozesses zweckmäßigen Zustand zurückversetzt wird, und der Ofen die folgende Charge aufnehmen kann.

P r o d u c t. — Das einzige Product, welches bei dem Prozesse fällt, ist das geröstete Erz, dessen Oxydation nach der Beschaffenheit der zu bearbeitenden Erze mehr oder weniger vorgerückt sein muß. Bei Zugutemachung reiner Erze, d. h. in demjenigen Falle, in welchem die Röstung nur wenig befördert werden muß, müssen die Erze, nachdem sie abgeröstet sind, fast noch die Hälfte ihres Schwefels enthalten.

A n z a h l d e r O e f e n. — Der Betrieb wird Sonntags unterbrochen, und man vermeidet an diesem Tage eine zu große Abkühlung der Oefen dadurch, daß man alle Oeffnungen verschließt. In der Nacht vom Sonntag zum Montag muß ein besonderer Arbeiter die Feuerung wieder im Gang bringen und es müssen die Oefen Montags früh eine hinlänglich hohe Temperatur haben, um die Charge aufnehmen zu tönnen. Man kann daher annehmen, daß in einer Woche jeder Ofen zwölf Chargen unter den angegebenen Bedingungen, d. h. bei der gewöhnlichen Arbeit, zwölf Röstungen machen kann. Es würden danach zur Röstung von 370 — 371 Tonnen neun Oefen fortwährend im Betriebe sein müssen. Es muß demnach die Zahl der Röstöfen in der Wirklichkeit etwas größer sein, selbst wenn man die Reparaturen berücksichtigt, weil jeder Prozeß etwas länger dauert, wenn man sehr unreine Erze verarbeitet, besonders wenn man bei dem Rohschmelzen eine hinreichende Menge reicher und reiner Erze in Vorrath hat.

R e p a r a t u r e n. — Gut construirte Oefen können sehr lange ohne Reparaturen benutzt werden; nach Verlauf von 15—18 Monaten müssen aber die Wände des Rostraumes, die Brücke, die beiden Füchse und der geneigte Kanal fast ganz neu aufgeführt werden. Das äußere Mauerwerk dauert acht und selbst zehn Jahr. Nicht aus Gründen häufiger Reparaturen müssen daher in der Hütte zwölf Röstöfen vorhanden sein, während neun hinreichend sein würden, wenn die Prozesse stets regelmäßig zwölf Stunden dauerten.

Haushaltsverhältnisse. — Die Erzröstung beschäftigt 20 besondere Arbeiter, zwei Tagelöhner, welche die Erze herbeischaffen und zwei Aufseher. In jedem im Betriebe stehenden Ofen verbrennt man in 24 Stunden 840—850 Kilogrm. Steinkohle, während das Gewicht des abgerösteten Erzes sehr veränderlich ist, im Allgemeinen zu 6,90 Tonnen angenommen werden kann.

Die Special- oder Hütten-Kosten des ersten Prozesses sind für die Tonne Erz nachstehende:

Transport von den Ablagen am Fluß zu den Aufschüttern	0,230	Frcs.
Steinkohlen: 0,123 Tonnen, à 5,83 Frcs. pr. Tonne . .	0,717	„
Arbeitslöhne und Aufsichtskosten, 0,35 Schichten	0,927	„
Reparaturen, Werkzeuge, diverse Kosten	0,158	„
Summa	2,032	Frcs.

Es können jedoch diese Zahlen nur eine Annäherung und ein Minimum geben, da sie nach dem normalen Betrieb berechnet worden sind, und indem man annimmt, daß in allen Oefen, in 24 Stunden zwei Chargen abgeröstet werden können. Auch ist die Ausgabe für die Dampfmaschine, welche die Erzaufzüge in Betrieb setzt, unberücksichtigt gelassen, indem die Zahl 0,330 Frcs. für den Erztransport nur die Arbeitslöhne umfaßt, die gedingweise bezahlt werden.

Zweiter Prozeß. — Darstellung des Bronzesteins. — Erze und Zuschläge. — Das Verhältniß der verschiedenen Substanzen, die zu diesem Prozeß gelangen, ist sehr veränderlich und hängt von der Größe der Erzzufuhr, von der Beschaffenheit der Erze, von der Qualität des Kupfers, welches man zu erzeugen sucht, von der Menge der kupferhaltigen Rückstände, Schlacken, dem Geträtz u. s. w. ab, indem dieselben zu viel Arsen und Antimon enthalten, um für die folgenden Schmelzungen aufbewahrt werden zu können. Zur Vermeidung zu großer Einzelnheiten, wollen wir als Beispiel nur den Fall betrachten, bei welchem gewöhnliche und gehörig reine Erze zu Gute gemacht werden. Die Zusammensetzung einer Charge ist dem Gewicht nach die folgende:

Geröstete Erze	0,90	Tonnen.
Kiesige ungeröstete Erze	0,10	„
Flußspath	0,05	„
Schlacken von dem Prozeß selbst . .	0,07	„
Reiche und unreine Schlacken . . .	0,18	„
Summa	1,30	Tonnen.

Brennmaterial. — Es muß bei dem Schmelzprozeß eine weit höhere Temperatur hervorgebracht werden, als bei der Röstung; das angewandte Brennmaterial muß von der besten Beschaffenheit und weniger klein sein. Es besteht ebenfalls aus einem Gemenge von fetten und magern Kohlen, fast in dem Verhältniß von 0,68 magern und 0,32 fetten Kohlen. Der mittlere Preis für die Tonne beträgt 6,30 Frcs.

Personal. — Jeder in Betrieb stehende Ofen erfordert zwei Arbeiter, welche abwechselnd arbeiten, der eine am Tage, der andere während der Nacht. Jeder von ihnen muß drei vollständige Prozesse vollenden, deren mittlere Dauer fast vier Stunden beträgt.

Am Ende jeder Woche [illegible] beiter die Reihenfolge des

Dienstes während der Nacht, so daß sie nach einander während einer Woche am Tage und während der andern des Nachts arbeiten. Es werden diese Arbeiter in Geding gelohnt, d. h. mit 1,80 Frcs. für die Charge, entweder für die Tonne rohes oder geröstetes Erz, welches durchgeschmolzen ist. Es erhält daher ein Arbeiter für die drei Chargen seiner Schicht 5 Frcs. 40 Cent.; die hohen Löhne beweisen, wie nothwendig es ist, sehr geschickte Arbeiter für den Schmelzprozeß zu haben.

Der Brennmaterialtransport von dem Ablagen bis zu den Oefen und die Wegschaffung der Rostschlacken werden von einem Knaben bewirkt, der in einer zwölfstündigen Schicht 1,07 Frcs. verdient, jedoch nur am Tage beschäftigt ist.

Rohe und geröstete Erze, so wie alle übrigen Materialen, die zur Beschickung kommen, werden zu den dazu bestimmten Plätzen zwischen den Schmelzöfen herbeigeschafft; der granulirte Bronzestein wird von besondern Arbeitern weggeschafft, welche für die Tonne Stein 41 Cent. erhalten und die in einer zwölfstündigen Schicht 5,40—5,50 Frcs. verdienen können.

Die Leitung des Feuers wird von den Schmelzern selbst besorgt, eben so das Eintragen der Chargen in die Aufschütter und die Schmelzarbeit; dagegen haben sie keine Nebenarbeiten zu verrichten.

Betrieb. — Die Erze und alle pulverförmigen oder in kleinen Stücken vorkommenden Materialien, gelangen durch die Aufschütter, indem man das Register öffnet, auf die Herdsohle. Schlacken und alle in großen Stücken vorkommenden Materialien werden dagegen mittelst der Schaufeln durch die Ofenthür eingetragen und bleiben größtentheils auf der Oberfläche der Erze liegen.

Sobald die Charge auf dem Herde ausgebreitet worden ist, wird die Arbeitsthür verschlossen, und es werden deren Fugen mit Lehm verstrichen, der Rost aber so vorgerichtet, daß die Materialien so stark als möglich erhitzt werden können. Da der Ofen in dem Augenblick, in welchem der Schmelzprozeß beginnt, hellrothglühend ist, so erhitzt sich die Charge sehr bald, so daß die Schlacken bereits nach einer Stunde in Fluß gerathen. Der Schmelzer hat keine Arbeiten auf der Sohle; die Reactionen, welche die beiden flüssigen und sehr scharf von einander getrennten Producte, nämlich der alles Kupfer enthaltende Stein und sehr arme Schlacken geben, hängen ausschließlich von den Verhältnissen der chargirten Materialien ab. Der Schmelzer muß die geschwefelten und die oxydirten Substanzen, die Flußmittel und die erdigen Gangarten in den zweckmäßigsten Verhältnissen mit einander vereinigen. Die Leitung des Feuers erfordert von Seiten des Arbeiters eine große Geschicklichkeit und eine eben so große Sorgfalt. Durch Vorrichtung mehr oder weniger großer Oeffnungen in der Klinkermasse, kann die auf der Herdsohle entwickelte Wärme zwischen sehr ausgedehnten Grenzen verschieden sein; ein ungeschickter Arbeiter würde mehr als eine Stunde bei dem Prozeß verlieren. Die Schmelzung ist 3½ Stunde nach dem Chargiren vollendet; der Arbeiter hebt die Thür am Ende des Ofens weg und führt seine Brechstange in alle Theile des Herdes ein; er überzeugt sich von der Flüssigkeit und löst alle nur teigigen Materialien von der Sohle ab, trennt auch die zusammengebackenen Klumpen. Während dieser nur wenige Minuten dauernden Arbeit muß sich der Schmelzer Rechenschaft von der Beschaffenheit der chemischen Reactionen, die zu ihrer Vollendung erforderlich sein werden, geben können. Er muß auch die Dauer der starke-

Feuerung zu bestimmen im Stande sein, die zur Erlangung der nöthigen Flüssigkeit des Steins und der Schlacken erforderlich sein wird. Endlich muß er auch erkennen können, wenn der Prozeß keinen regelmäßigen Verlauf nimmt, und er muß wissen, welche Zuschläge er macht, um den Betrieb zu günstigen Verhältnissen zurückzuführen.

Die starke Feuerung, welche den Prozeß beendigt, dauert gewöhnlich nur eine halbe Stunde; muß man Schlacken oder Flußmittel zuschlagen, so muß man nothwendig eine längere oder kürzere Zeit haben, um zu dem Ende der Reactionen und der Flüssigkeit der Schlacken zu gelangen.

Man läßt die Schlacken durch die Thür am Ende des Ofens abfließen, indem man sie mit einer Kratze herbeizieht; sie fallen in den ersten aus Sand vorgerichteten Sumpf unter der Schwellplatte der Thür; sobald der erste Sumpf angefüllt worden ist, fließen die Schlacken in die übrigen. Man läßt auf der Steinoberfläche im Ofen nur eine sehr dünne Schlackenlage; auch enthalten die letzten mit der Kratze abgezogenen Theile stets Steinkörner, welche sich fast sämmtlich am Boden des ersten Sumpfes absetzen.

Man läßt den Stein in den mit Wasser angefüllten Cylinder laufen, nachdem man die Abstichöffnung mit einem Spieß und mit dem Schlägel geöffnet hat und ihn nach dem Abfließen mit einen Lehmpfropfen wieder verschließt. Man öffnet den Aufschütter und läßt die folgende Charge einfallen, selbst vorher, ehe aller Stein aus dem Ofen ausgeflossen ist.

Man erspart dadurch an Zeit, daß man den Stein nur erst nach zwei Chargen absticht; bei der Zugutemachung armer Erze braucht man sogar in einer Schicht nur einmal abzustechen.

Man verbrennt in zwölf Stunden etwa 1,677 Tonnen Brennmaterial, das Schüren wird regelmäßig nach $1\frac{1}{4}$ Stunden bewirkt, und dann das bedeutende Steinkohlengewicht von 160 — 170 Kilogrm. auf dem Rost vertheilt.

Die Oefen müssen häufig reparirt werden; wegen der sehr hohen Temperatur verändert sich der Fuchs in sehr kurzer Zeit, die Ziegelsteine werden durch die Metalloxyde der Erze, deren feinste Theile stets durch den Luftzug mit fortgerissen werden, schnell geschmolzen. Der Fuchs dauert daher nur zwei bis drei Monate. Auch der Rostraum wird sehr bald zerstört und gewissermaßen nach und nach geschmolzen; und zwar auf allen Flächen, die von den Flammen erreicht werden können. Dennoch ist die Dauer der Brücke und des Rostraumes gewöhnlich die doppelte von der des Fuchses. Das Gewölbe und die Wände des Herdes leisten eine weit längere Zeit Widerstand, so daß sie erst nach 2—$2\frac{1}{2}$ Jahren reparirt zu werden brauchen. Wenn die Herdsohle sorgfältig festgestampft und durch eine hinreichend starke Hitze zusammengesintert ist, so nutzt sie sich nicht ab und bleibt während der Dauer des Ofens undurchdringlich. Kleine Reparaturen nimmt man mit derselben sehr häufig vor, indem man dazu die Augenblicke benutzt, in denen der Ofen entleert worden, jedoch einen hinreichend hohen Temperaturgrad hat, daß die Sohle weich ist. Man giebt der Oberfläche die Form, welche sie haben muß, d. h. mit einem untern Becken in der Nähe der Abstichöffnung, indem man den Sand mit einer eisernen Keule stampft.

Der Betrieb wird Sonntags unter[illegible] und man macht wöchentlich nicht mehr als 30 Schmelzen in jed[illegible] Jahre kann man auf nicht mehr als 42 Betriebswochen

Man schmilzt wöchentlich wenigstens 400 Tonnen roher und gerösteter Erze auf Stein; zwölf Oefen stehen fortwährend im Betriebe und vier in Reparatur.

Der Prozeß beschäftigt 24 Schmelzer, zwölf Gehülfen, zwei Arbeiter, welche die Steingranalien aus dem Behälter nehmen und vier Arbeiter, welche die Schlacken zerschlagen.

Producte. — Man erhält nur zwei wesentliche Producte, Bronzestein und Schlacken. Das Verhältniß des gewonnenen Steins beträgt auf ein Erz ungefähr 0,320.

Er kommt in sehr kleinen und sehr zerreiblichen Stückchen vor, deren Oberflächenfarbe ein dunkles Braun ist. Auf dem Bruch zeigen diese Stückchen bronzefarbene Reflexe; es zeigt sich diese Farbe aber nur deutlich, wenn der Stein in Sandsümpfe ausgegossen wird. Der Kupfergehalt ist nach Beschaffenheit der zu Gute gemachten Erze etwas veränderlich und hauptsächlich nach dem Verhältniß des Eisens, welches man als Sulfuret in Folge einer sehr unvollständigen Röstung darein zu lassen genöthigt ist. Unter den angenommenen allgemeinen Verhältnissen darf man annehmen, daß der Stein 30—33 Proc. Kupfer, 30—33 Proc. Eisen, 30 Proc. Schwefel und etwa 4 Proc. Arsen, Antimon, Nickel, Zink und Zinn enthält. Seine Dichtigkeit beträgt nach von Herrn Leplay angestellten Versuchen etwa 4,56.

Die Schlacken haben nothwendig eine sehr verschiedenartige Zusammensetzung; sie enthalten stets viel Eisenoxydul, woher ihre große Flüssigkeit in der Temperatur, die in den Flammöfen leicht erlangt werden kann, herrührt. Die größern Quarzbruchstücke der Erzgangarten können sich in der kurzen Zeit, welche der Prozeß dauert, nicht ganz in den Schlacken auflösen. Sie bleiben gewissermaßen in den gehörig geschmolzenen Silicaten in Suspension, so daß die ganze Schlackenmasse ein hinlänglich flüssiges Conglomerat bildet, so daß der Stein hindurchdringen kann.

Es ist einer von den Vortheilen, der zum Erzschmelzen angewendeten Flammöfen, daß er eine Trennung der erdigen Gangarten ohne Zuschlag von Flüssen gestattet, welche erforderlich sein würden, um mit dem gesammten Quarz gehörig flüssige Silicate zu bilden. Der Vortheil wird aber zum Theil durch ein geringes Verhältniß von Stein, welches den Schlacken eingemengt bleibt, wieder aufgehoben.

Die Geschicklichkeit der Schmelzer allein kann den dadurch veranlaßten Kupferverlust beschränken; kurz, die Ersparung an Zeit und Brennmaterial, welche aus dieser eigenthümlichen Beschaffenheit der Schlacken folgt, kann nicht anders ohne Kupferverlust erlangt werden, als durch ein hohes Lohn, womit die Geschicklichkeit der Arbeiter ausgeglichen wird.

Während des Abhebens der Schlacken durch die Thür am Ende des Ofens, wird der Stein fast gänzlich in dem untern Basin gesammelt. Der Schlackenabzug muß stets an denjenigen Theilen der Sohle beginnen, welche diesen Sumpf umgeben. Die ersten abgehobenen Schlacken enthalten sehr kleine Steinkörnchen, welche aus Mangel an Flüssigkeit oder wegen geringer Geschicklichkeit der Arbeiter in den Schlacken eingemengt geblieben sind.

Die letzten Schlackentheile, welche in dem Ofen auf dem Stein schwimmen, können mit der Krücke oder Kratze nicht gehörig getrennt werden; sie enthalten nothwendig Körner, deren Vorhandensein man übrigens nicht einer mangelnden Sorgfalt der Schmelzer zurechnen kann. Es ist daher von

Wichtigkeit, das Abnehmen der Schlacken der Art zu bewerkstelligen, daß der Aufseher die beiden Sorten zu erkennen vermag. Man gelangt sehr einfach dahin, wenn man die Füllung der Sümpfe zur Aufnahme der Schlacken und des Steins auf die oben angegebene Weise bewirkt. Die ersten schnell weggenommenen Theile sind noch flüssig genug, um alle Becken auszufüllen, während die letzten Theile nur langsam abgehoben, teigig werden, und daher nothwendig in dem Sumpf bleiben müssen, der sich unmittelbar unter der Arbeitsthür befindet. Die Schlackenstücken werden auf eisernen Karren nach dem Raume geschafft, der sich am Ende des Gebäudes und in der Nähe des Schlackenhaufens befindet, um dort zerschlagen und geschieden zu werden. Die Arbeiter müssen nicht allein den Ofen angeben, bei welchem die Schlacken gefallen sind, sondern auch die Nummern der Schlackenmassen, wobei die Arbeitsthür und die Masse gleiche Nummern erhalten.

Das Zerschlagen der Steine wird von zwei Aufsehern ausgeführt; sie erkennen sofort, ob die Schlacken Kupferoxydul und ob die letzten Schlackenstücke Körner enthalten. In diesen beiden Fällen werden die Schlacken von den Schmelzern wieder zurückgenommen, die sie am Ende der Woche ohne weitere Bezahlung zu Gute machen müssen.

Wenn die Schlacken weder Oxydul noch Körner zu enthalten scheinen, so werden sie über die Halde gestürzt.

Die zuletzt abgehobenen Schlackenstücke werden ausgeschlagen und alle Theile mit Körnern für die weitere Zugutemachung zurückgeworfen; sie dienen bei den folgenden Schmelzungen zur Verschlackung des Eisenoxydes. Alle von den Aufsehern als arm erkannten Schlacken gelangen zur Schlackenhalde. Es ist kaum möglich, ein Stück zu finden, welches genau den Kupfergehalt der weggestürzten Schlacken hat. In Folge vielfacher Versuche und Erfahrungen kann man annehmen, daß der Kupfergehalt nicht mehr als $\frac{1}{2}$ Proc. betrage.

Offenbar ist diese Zahl nur eine Annäherung; man könnte selbst nicht den genauen Inhalt der Schlacken durch eine Vergleichung des Gewichts und des Gehalts der während einer langen Zeit zu Gute gemachten Erze mit der Kupfermenge des dargestellten Steins und mit dem Gewicht der gefallenen Schlacken berechnen. Weder die Proben mit dem Stein noch mit den Erzen können mit hinreichender Genauigkeit angestellt werden, indem man nicht zur Bestimmung des wirklichen Metallverlustes gelangen würde.

In den englischen Hütten ist das Zerschlagen der Schlacken und ihre genaue Scheidung die einzige Controle der Arbeiter; während des Betriebes ist jede Beaufsichtigung unzweckmäßig. Die in Geding gelohnten Arbeiter haben ein Interesse dabei, die Schmelzprozesse so rasch als möglich zu betreiben. Durch das Zerschlagen der Schlacken nöthigt man sie, die verlangten Resultate zu erzielen, d. h. arme Schlacken, welche weder Kupferoxydul noch irgend eine wahrnehmbare Menge von Schlackenkörnern enthalten.

Haushaltsverhältnisse. — Die in dem Vorhergehenden aufgeführten Zahlen gestatten es, die Specialkosten für die Zugutemachung einer Tonne Erz auf Stein annähernd zu berechnen. Es muß hier bemerkt werden, daß das angenommene Verhältniß bei dem vorliegenden Beispiel in 0,90 gerösteten und in 0,10 [illegible] en besteht.

Arbeitslöhne und Zerschlagen der Schlacken 0,645 Schicht.	2,309 Frcs.
Brennmaterial*) 0,777 Tonnen à 630 Frcs.	4,895 „
Flußspath 0,051 Tonnen à 12,60 Frcs.	0,643 „
Sand, Ziegelsteine, Reparaturen, Werkzeuge, diverse Kosten	0,554 „
Summa	8,401 Frcs.

Berücksichtigt man nun diese Zahl, so muß man zugestehen, daß das Steinschmelzen im Flammofen sehr wohlfeil ist, allein es ist zu bemerken, daß die Hüttenkosten nur wegen des geringen Steinkohlenpreises so niedrig sind. Wenn die Hütte z. B. an den Küsten des mittelländischen Meeres befindlich wäre, so würde eine Tonne des Brennmaterials 20 Frcs. kosten und es würden sich alsdann die Kosten für das Steinschmelzen auf fast 19 Frcs. erhöhen.

Hr. Clarke bemerkt über diesen Prozeß noch Folgendes: Die Chargen bei dem Erzofen sind nach der Art der Erze und der Oefen verschieden, und ihr Gewicht schwankt je nach der Größe des Ofens von 3—3½ Tonnen, welche letztere Quantität bei großen Oefen und leichtflüssigen Erzen noch überstiegen wird. Geröstete Erze sind günstiger; allein die Praxis steht auf einem solchen Standpuncte, daß rohe kohlensaure Erze zugeschlagen werden können, so daß eine gute Charge folgende Zusammensetzung hat:

Geröstetes Erz . .	36 Ctr.			Ungeröstete Erze 26 Ctr.
Kieselige Schlacken .	8 „	44 Ctr.		
Dazu kommen		26 „	70 Ctr.	

Das Verhältniß der kieseligen Schlacken und folglich auch das des gerösteten Erzes kann ein weit höheres sein.

Es muß hier bemerkt werden, daß man die Schlacken selten wiegt, sondern nur mißt; bei dem Erz wird den Arbeitern die Tonne zu 22 Ctr. angerechnet, auf einigen Werken auch zu 21 Ctr.

Die Beschickung der Chargen ist einer von den Hauptpuncten eines guten Schmelzens, und beweist die Geschicklichkeit eines Betriebsbeamten; denn es kommen mancherlei Arten fremder Erze in diese Schmelzhütten. Daher kann denn auch der Betrieb, wie in vielen andern Hütten, kein so gleichartiger und regelmäßiger sein; es müssen daher immer einige Versuche gemacht werden, ehe ein Schmelzen gut ausfällt, und zuweilen sind die Chargen, die im Anfang gut waren, nach Verlauf einer gewissen Zeit schlecht.

In den ersten Stadien des Kupfer-Schmelzprozesses muß die Aufmerksamkeit des Beamten weniger auf die Bereitung des Kupfers, als auf die Erlangung einer guten Schlacke gerichtet sein; denn die Ausscheidung der Kieselerde hängt von der Bildung eines Eisensilicates, welches für sich und ohne den Regulus oder Stein frei abfließt, ab. Es ist dieß ein wohl zu beachtender Punct, denn wenn die Schlacke zäh ist und einen Theil des Steins aufnimmt oder viel Kupferblättchen enthält, so werden dadurch Metallverluste herbeigeführt, die bei einem so werthvollen Metall, als das Kupfer ist, vermieden werden müssen. Eine gute, reine Schlacke ist demnach der genügende Beweis von dem Betriebe, und es werden daher die Schlacken von Beamten und Arbeitern sehr sorgfältig untersucht.

*) Die Kosten für Brennmaterial sind höher als die für 24 Stunden angegebenen, weil man die beim Anfeuern verbrauchten Steinkohlen mit berücksichtigt hat.

Die Erzcharge wird mittelst Trögen in den Trichter oder Aufgeber auf der Ofenkappe gegeben, gelangt aus diesem auf die Herdsohle und wird mittelst der Kratze aus einander gezogen. Die Schlacken werden durch eine Seitenthür in großen Stücken auf den Herd aufgetragen. Nachdem das Chargiren vollendet ist, werden alle Thürfugen mit feuerfestem Thon verdichtet, und die Charge wird dann etwa fünf Stunden gefeuert, worauf frisch geschürt wird.

Dann werden auch die Sandbetten, in welche der Stein (Roh- oder Bronzestein, Metal im Engl.) und die Schlacken abgelassen werden, vorgerichtet, und zwar das für den erstern in der Nähe der Abstichöffnung, und das Schlackenbett vor der vordern Thür. Jede Art Sand, der getrocknet ist, kann verwendet werden, da die Formen nur rauh zu sein brauchen.

Gewöhnlich nimmt der Schmelzer, ehe noch fünf Stunden verflossen sind, die vordere, sehr heiß gewordene Thür mit einer eisernen Stange weg, worauf er die Charge durch die Thüröffnung mit einer langen Kratze bis auf die Sohle umrührt. Ist die Charge durch und durch gehörig geschmolzen, so wird die Thür wieder vorgesetzt, und man läßt der geschmolzenen Masse zehn Minuten Ruhe, damit sich der Stein setzen kann. Darauf wird die Thür wieder weggenommen, und die Schlacke wird mit der Abzugskratze durch die Oeffnung in das Bett abgezogen; die Schwelle dieser Thür liegt etwas über der Sohle. Der Arbeiter kann dann die dunkele Oberfläche des Steins erkennen und deutlich sehen, ob sie frei von Schlacken ist. Bei einem guten Schmelzen muß der Stein frei von Schlacke und frei von Kupfer sein; es ist dieß ganz im Interesse des Schmelzers, da alle Schlacken, deren Kupfergehalt höher, als es gestattet, ist, von ihm, ohne Lohn dafür zu erhalten, wieder mit durchgeschmolzen werden müssen. Dieß sind die Anregungen zu einem guten Betriebe.

Der Stein wird aus dem Ofen gewöhnlich erst nach zwei Schmelzungen abgestochen.

Es ist bei diesem Prozeß oft erforderlich, Flüsse zuzuschlagen, wohin Flußspath, Kalkstein, Muscheln, Muschelsand, Cinders und Anthracit gehören. Flußspath wird in Cornwall gewonnen, und Herr Leplay giebt dessen jährlichen Verbrauch in Südwales zu 7800 Tons an. Jetzt wenden einige Werke gar keinen und andere nur 100 Tons jährlich Flußspath an. Muschelschalen werden in Wales gar nicht gebraucht, und kohlehaltige Zuschläge sind nicht beliebt.

Es können täglich fünf, und, wenn die Erze gut sind, zuweilen auch sechs Chargen durch einen Ofen gehen, und es wird der Betrieb Tag und Nacht von Montags früh bis Sonnabends fortgeführt. Die Arbeiter werden nach der Tonnenzahl Erz in den Chargen bezahlt, und es wird die Tonne zu 22 Ctr. gerechnet, wofür das Lohn $1\frac{1}{2}$ Schilling beträgt, d. h. $2\frac{1}{4}$ Schilling für die Charge von 33 Ctr., so daß ein Arbeiter bei zwölfstündigen Schichten, wöchentlich etwa 28 Schilling verdienen kann. Zu jedem Ofen sind zwei Schmelzer, einer am Tage, der andere Nachts, erforderlich. Die Arbeiter der benachbarten Oefen helfen einander. Der Kohlenverbrauch für einen Ofen beträgt 25 bis 30 Tons wöchentlich. Die in den Ofen eingeführten Substanzen sind:

Kupfer . . . . . $10\frac{1}{4}$,
Kieselerde . . [illegible] bis 65,



Eisen	34 bis 39,
Schwefel	7½ bis 10½.

Das Product ist:

Roh- oder Bronzestein (coarse Metal).

Kupfer	10¼ bis 11,
Eisen	10¼ bis 15,
Schwefel	10¼ bis 7.

Schlacken.

Kieselerde	55 bis 65,
Eisen	24 bis 29,

mit einer Spur von Antimon und Zinn.

Die Schlacke ist ein Eisenoxydul-Silicat, bestehend aus 34,62 Eisenoxydul und 65,38 Kieselerde mit eingeschlossenen Kieselknoten.

Dritter Prozeß. — Die Steinröstung. — Der Stein wird von besondern Arbeitern auf einem Platz zwischen den Röstöfen im dritten Gebäude transportirt. Er wird gewogen, den Röstarbeitern übergeben, der ihn nun selbst bis zu den Aufschüttern ihrer Oefen schaffen müssen. Zur Erleichterung wendet man einen von Menschenkräften in Bewegung gesetzten Aufzug an, mittelst welchem die Karren von der Hüttensohle bis zu dem Boden über den Aufschüttern aufgefördert werden.

Da die Menge des abzuröstenden Bronzesteins im ganzen Jahre nur 6780 Tonnen beträgt, d. h. 130—131 Tonnen wöchentlich, so würde der Betrieb der Aufzüge durch eine Dampfmaschine unzweckmäßig sein.

Brennmaterial. — Die Röstung erfordert keine sehr hohe Temperatur, selbst während der stärkern Feuerung, womit man den Prozeß beendigt. Man kann sehr kleine Kohlen von sehr mittelmäßiger Beschaffenheit anwenden; man bedient sich eines Gemenges von 0,77 magern und 0,23 fetten Kohlen, wovon die Tonne 5,80 Frcs. kostet.

Personal. — Die acht Röstöfen stehen nicht alle zu gleicher Zeit im Betriebe, und es sind daher 14 Arbeiter für die Röstung ausreichend. Es müssen diese Arbeiter ausführen: alle Ofenarbeiten; das Aufziehen und das Fahren des Steins zu den Aufschüttern; die Herbeischaffung des Brennmaterials und das Wegnehmen der Schlacken aus dem Aschenfall; außerdem müssen sie auch den Schmelzern beim Einladen des gerösteten und unter den Ofengewölben abgekühlten Steins behülflich sein; endlich helfen sie auch den Gaarmachern bei der Herbeischaffung des Rohkupfers zu den Oefen und bei der Fortschaffung des raffinirten Kupfers von denselben. Es sind bei einem Steinröstofen zwei Arbeiter beschäftigt, die sich je nach ihrer eigenen oder nach der mit dem Hüttendirector getroffenen Uebereinkunft in Schichten von 12 oder 24 Stunden ablösen. Für jede 24stündige Schicht erhalten sie 5,88 Frcs. Lohn.

Die Röstung erfordert eine sehr sorgfältige Beaufsichtigung, welche von zwei Werkmeistern, die einen Wochenlohn von 26,25 Frcs. erhalten, ausgeführt. Außerdem sind zwei Tagelöhner erforderlich, die bei den verschiedenen Wägungen und Transporten benutzt werden, und deren Wochenlohn 12,50—13 Frcs. beträgt.

Der Betrieb. — Ein Röstofen wird mit 4,50 Tonnen chargirt und auf der Herdsohle gehörig ausgedehnt, nimmt der Stein eine Dicke von wenigstens 0,20 Met. ein und seine Abröstung erfordert nothwendig eine längere Zeit. Der Zeitraum, während welchem die Oxydation bei niedriger Temperatur bewirkt wird, ist sehr veränderlich, zuvörderst nach dem Grade der Reinheit des Steins selbst, darauf und hauptsächlich mit der Reihe der Prozesse, denen der abgeröstete Stein unterworfen werden muß. Bei dem gewöhnlichen Betriebe, d. h. wenn der geröstete Bronzestein zur Darstellung des weißen Steins für das Röstschmelzen benutzt werden soll, erfordert die Röstung einer Charge etwa 36 Stunden; sie wird je nach dem Verhältniß der geschwefelten Erze, die für das folgende Schmelzen zu Gebote stehen, mehr oder weniger weit getrieben. Werden dagegen reine Erze zu Gute gemacht, aus denen man besseres Kupfer gewinnen will, so muß man die Oxydationsperiode verlängern, um bei dem folgenden Schmelzen einen an Schwefel und Arsen reichern Stein zu erlangen, als dieß bei dem weißen Stein von der gewöhnlichen Arbeit der Fall ist.

Macht man sehr arsen- und antimonhaltige Erze zu Gute, so muß dagegen die Oxydation viel weiter getrieben werden, um die größtmögliche Menge von diesen beiden schädlichen Körpern vertreiben zu können. Man muß auch außerdem bei der Verarbeitung des gerösteten Bronzesteins einen sehr schwefelhaltigen Stein darstellen und es muß der Schwefel zum großen Theil durch kiesige und geschwefelte Erze, die weder Arsen noch Antimon enthalten, in den Schmelzprozeß eingeführt werden. Bei solchen Erzen erfordert die Steinröstung wenigstens 48 Stunden.

In allen Fällen ist die Charge sehr bedeutend und entfernt sich wenig von der oben angegebenen Zahl von 4,50 Tonnen; dieses Gewicht ist erforderlich, um die Ofenwärme in dem Moment des Chargirens zu benutzen, wobei jedoch ein Zusammenbacken des Steins vermieden wird.

Da bei der Röstung der verschiedenen Steinsorten kein Unterschied vorhanden sein kann, als die größere oder geringere Dauer der Oxydationsperiode bei niedriger Temperatur, so soll der Prozeß nur für einen einzigen Fall beschrieben werden, nämlich für den der gewöhnlichen Arbeit, bei welchem die Bearbeitung einer Charge 36 Stunden beansprucht.

Sobald die vorhergehende Charge in das Gewölbe unter dem Ofen hereingezogen ist, öffnet der Arbeiter die Register der beiden Aufschütter, läßt eine neue Charge auf die Sohle fallen und breitet sie auf dessen Oberfläche in einer regelmäßigen Schicht aus, wobei gegen das Ende des Ofens, zwischen den beiden Füchsen, ein etwa 0,40 Met. langer freier Raum bleibt. Die Arbeiter beider Oefen vereinigen sich gewöhnlich, um diese Arbeit hinter einander mit jedem der Oefen vorzunehmen. Da nun auf diese Weise die Ofenthüren eine kürzere Zeit offen zu stehen brauchen, so benutzt man die vorhandene Wärme zur Erhitzung der Charge weit besser.

Der Arbeiter richtet darauf den Rost der Art vor, daß die Kohle nur sehr langsam verbrennt, und daß die Temperatur des Steins nur nach und nach gesteigert wird; nach 24 Stunden von der Chargirung ab muß sie in allen Theilen des Ofens nur eine dunkle Rothglühhitze sein und nur erst gegen das Ende des Prozesses muß sie eine lebhafte Rothglühhitze erreichen. Die Lebhaftigkeit der Verbrennung wird durch die Anzahl und die Größe der Oeffnungen in dem [illegible] -kt; das Schüren erfolgt in stets kürzern Intervallen, in [illegible] 50 Kilogrm. Man ver-

brennt in 36 Stunden 1,80 bis 1,85 Tonnen Steinkohlen und man darf annehmen, daß wenigstens die Hälfte davon während der letzten 12 Stunden des Prozesses eingeschürt werden.

Die Arbeit auf der Herdsohle ist nicht sehr mühselig, sobald das Feuer mit der zweckmäßigen Langsamkeit geführt wird, d. h. wenn man das Zusammenbacken des Steins vermeidet, welches aber nur zu Anfang der Röstung zu befürchten ist. Die Tendenz zum Zusammenbacken ist übrigens bei dem Stein weit geringer, als bei den Erzen und die Langsamkeit, mit welcher man die Steigerung der Temperatur bewirkt, ist eine nothwendige Folge des Bestrebens, die größtmögliche Arsen- und Antimonmenge zu vertreiben, und diese Bedingung ist weit wesentlicher als das Zusammenbacken des Steins.

In regelmäßigen Zwischenräumen von zwei zu zwei Stunden wird die Charge nach und nach abwechselnd durch die vier Thüren mit einem Krahl und einer Schaufel bearbeitet. Mit dem Krahl durchzieht man die Steinschicht nach ihrer ganzen Höhe und nach allen Richtungen und zerdrückt die zusammengebackenen Theile. Mit der Schaufel kann der Arbeiter die Oberflächen vollständiger erneuern; er muß nach und nach die ganze Charge aus ihrer ursprünglichen Lage bis gegen die Füchse führen, unter denen vorher ein freier Raum von 0,30—0,40 Met. gelassen war. Bei der folgenden Bearbeitung wird die ganze Charge wiederum bis zur Brücke zurückgeführt, während an der Thür wieder ein freier Raum bleibt. Bei diesen successiven Transporten muß der mit der Schaufel weggenommene Stein vollständig gewendet werden, um diejenigen Theile nach der Oberfläche zu bringen, welche vorher an der Oberfläche der Charge sich befanden. Man kann auf jede der Bearbeitungen mit dem Krahl und der Schaufel 12—15 Minuten rechnen.

Sobald die für die Röstung bestimmte Zeit abgelaufen ist, zieht der Arbeiter den gerösteten Stein durch die vor den Thüren angebrachten Oeffnungen in den Raum unter dem Ofen. Zu dieser Arbeit vereinigen sich so gut wie bei der Ausdehnung der Charge die Arbeiter von zwei benachbarten Oefen und verkürzen dadurch die Zeit, während welcher die Ofenthüren offen gelassen werden müssen. Es wird eine neue Charge eingebracht und die Röstarbeit auf die beschriebene Weise wiederholt.

Während des Entladens des gerösteten Steins entwickelt derselbe noch eine größere Menge von schweflichter und von Schwefelsäure, wodurch die Arbeit eine schädliche wird. Es ist jedoch das Verhältniß der beiden Säuren unendlich viel geringer, als dasjenige, welches sich aus den gerösteten Erzen bei den ersten Prozessen entwickelt.

Die Leitung des Feuers und die Arbeit auf dem Herde, lassen dem Arbeiter noch viel freie Zeit, welche sie zum Theil zu dem Transport der Erze und des Brennmaterials benutzen. Die Zeit, welche die Röstarbeiter auf das Chargiren und auf das Abstechen der Gaaröfen verwenden müssen, kommt auf den Ruhetag, den sie nach der 24stündigen Röstschicht haben.

Aus diesem Grunde suchen auch die Hüttendirectoren ganz besonders gern die Röstarbeiter zu 24stündigen Schichten zu verpflichten. Wenn dieselben sich in 12stündigen Schichten ablösen, so haben sie nicht so viel disponible Zeit, um bei dem Gaarmachen und dem Raffiniren helfen zu können, und es sind alsdann zu dieser letztern Arbeit weit mehr Arbeiter er-

forderlich, deren Zeit nicht vollständig benutzt wird, und die man dennoch für eine ganze Schicht lohnen muß.

Wegen der zu Verarbeitung einer Charge erforderlichen Zeit wird der Betrieb der Röstöfen Sonntags nicht eingestellt, sondern es erfolgt dieß nur, wenn die Oefen einer Reparatur bedürfen. Die Füchse müssen nach einem fünf- bis sechsmonatlichem Betriebe neu vorgerichtet werden; die Wände des Rostraumes und die Brücke werden alle Jahre neu gemacht; die Oefen selbst haben eine Dauer von fünf bis sechs Jahren. Man rechnet auf jeden Ofen wenigstens 300 Arbeitstage in dem Jahre.

Product. — Das einzige erhaltene Product ist der geröstete Stein, wenn man nicht die kupferhaltigen Ofenröste, die bei den Reparaturen fallen, berücksichtigen will. — Der geröstete Stein muß pulverförmig sein und nicht die geringsten Spuren von Zusammenbacken zeigen. Bei diesen äußern Kennzeichen kann man nicht erkennen, ob der Prozeß gut geleitet ist und ob die Oxydationsperiode, während der als erforderlich erkannten Periode für die Beschaffenheit der zu Gute gemachten Erze, verlängert worden ist. Die Arbeiter suchen stets die Röstung in einer zu niedrigen Temperatur zu führen, um das Aneinanderbacken zu vermeiden, das einzige Kennzeichen, welches einen Mangel an Sorgfalt nachweist. Es ist daher eine fortwährende Beaufsichtigung unerläßlich. Es wird dieselbe durch zwei geschickte Werkmeister bewirkt, welche die Arbeiter veranlassen, daß der Ofen stets in zweckmäßiger Temperatur erhalten und die Oberfläche der zu röstenden Steinschicht zu gehöriger Zeit erneuert wird. Das Verhältniß der in dem Stein bleibenden Sulfurete ist nach der Beschaffenheit der zu Gute gemachten Erze und der Qualität des zu erzeugenden Kupfers sehr veränderlich. Bei der gewöhnlichen Arbeit kann man annehmen, daß der geröstete Stein noch 11 oder 12 Proc. Schwefel in Verbindung mit den Metallen enthält.

Haushaltsverhältnisse. — Nach den oben angegebenen Zahlen kann man die Berechnung der Specialkosten der Röstung für eine Tonne Stein wie folgt feststellen.

Arbeitslöhne 0,763 Schichten	2,490	Frcs.
Brennmaterial, 0,410 Tonnen à 5,80 Frcs. . . .	2,880	„
Gezähe, Unterhaltung, Reparaturen und verschiedene Kosten	0,620	„
Summa	5,990	Frcs.

Um die Röstkosten des Steins auf eine Tonne Erz zurückzuführen, muß man die Erze berücksichtigen, welche zur Röstung und zur Darstellung des Bronzesteines kommen, und dann diejenigen, welche nur zum zweiten Prozeß gelangen. Es muß außerdem die gewöhnliche Arbeit berücksichtigt werden, bei welcher die Röstung des Steins 36 Stunden dauert, da sie fast die mittleren Kosten aller, mehr oder weniger verlängerten Röstungen angiebt, denen der Bronzestein wirklich unterworfen ist.

Wir haben hier die Hypothese von einer Hütte angenommen, die jährlich 23,600 Tonnen zu Gute macht; wir haben ferner angenommen, daß 19,200 Tonnen der ersten Röstung unterworfen werden müssen, und daß 19,20 Tonnen direct zum Bronzesteinschmelzen gelangen. Dieser Stein rührt daher von der Zugutemachung [illegible] Tonnen Erz her. Man erhält bei der ersten Schmelzung et[illegible] Stein; um nun die Spezial-

Kosten für die Röstung einer Tonne Erz zu erlangen, muß man die obigen Zahlen, welche sich auf eine Tonne Stein beziehen, durch das Verhältniß $\frac{6760}{21120}$, oder durch 0,320 multipliziren.

Special-Kosten für eine Tonne Erz:

Arbeitslöhne, 0245 Schichten . . .	0,797 Frcs.
Brennmaterialien, 0,131 Tonnen . .	0,760 =
Gezähe und diverse Kosten	0,040 =
Summa	1,597 Frcs.

Der geröstete Stein wird nicht gewogen; es ist wahrscheinlich, daß er etwas weniger als der ungeröstete wiegt; bei den folgenden Prozessen werden die zu verarbeitenden Mengen nach dem Gewicht des Bronzesteins selbst berechnet, welches freilich voraussetzen läßt, daß das Gewicht durch die Röstung nicht vermindert worden sei.

Clarke bemerkt: Einer von den älteren Prozessen bestand darin, den Bronzestein nicht in Sandbetten, sondern in einen mit Wasser angefüllten Behälter zu leiten, in welchem er granulirt wurde. Ein Theil von Napier's Verbesserungen bestand darin, dieß durch eine chemische Mischung zu vermeiden; Hr. Alfred Truemann trieb aber die Verbesserung dahin, daß er den Bronzestein durch Pochen ꝛc. in Pulver verwandelte.

Der pulverisirte Stein kommt in einen Röstofen, der dieselbe Einrichtung hat, wie der zum Erzrösten angewendete; auch ist das Verfahren dabei dasselbe.

Die eingetragene Charge beträgt 3 bis 3½ Tons mit einem Uebergewicht von 2 Centnern. Das Eintragen erfolgt durch einen Trichter auf der Ofenkappe, und das Eingetragene wird auf der Herdsohle ausgebreitet. Alle zwei Stunden wird die Masse umgerührt. Eine Charge erfordert 24 Stunden, indem das Rösten des Steines weit mehr Zeit beansprucht, als das der Erze. Der abgeröstete Stein wird in Kästen geworfen, in denen er noch einen Theil seines Schwefelgehaltes durch Verdampfung verliert.

Der wöchentliche Kohlenverbrauch beträgt etwa 7 Tons. Es können zu diesem, wie zu dem Erzröstprozeß, Kohlen von geringer Beschaffenheit genommen werden.

Zwei Mann arbeiten in der Tage- und zwei Mann in der Nachtschicht; ihr Wochenlohn beträgt ungefähr 18 bis 20 Schillinge.

Es werden wöchentlich etwa sechs Chargen gemacht; der pulverförmige Stein besteht aus 33 Kupfer, 33 Eisen, 33 Schwefel, hat durch die Röstung den größten Theil des Schwefels verloren und Sauerstoff aufgenommen, so daß er nur Kupfer- und Eisenoxyd bildet.

Vierter Prozeß. — Die Darstellung des weißen Steines. Dieser Prozeß des englischen Verfahrens kommt nicht bei allen Erzen zur Anwendung, sondern er charakterisirt nur die sogenannte gewöhnliche Arbeit, deren Zweck es ist, aus nicht zu unreinen Erzen gewöhnliche Kupfersorten zu gewinnen.

Bei den folgenden Erläuterungen wird angenommen, daß bei dieser Arbeit 4500 Tonnen Bronzestein dem weitern Verfahren unterworfen werden sollen, und daß folglich für die ausnahmsweise Arbeit, die sich auf die beiden äußersten Fälle reiner und sehr unreiner Erze 2260 Tonnen Stein, die von dem ersten Schmelzen herrühren, und die eine Röstung

welche der Beschaffenheit der Erze angemessen ist, unterworfen werden, bleiben.

Man verarbeitet zu gleicher Zeit mit dem gerösteten Steine sehr reine und kupferreiche oxydirte, kohlensaure und geschwefelte Erze; Kupferhammerschlag und Schlacken von dem Gaarmachen, sowie auch letztere von dem eigenen Prozeß, Herd und Ziegelsteine von allen Oefen.

Das Verhältniß und die Beschaffenheit der direct zum Schmelzen auf weißem Stein gelangenden Erze ist in den englischen Hütten sehr verschiedenartig, je nach der Menge der angekauften Erze. Der Grad des Fortschrittes von der Röstung des Bronzesteins muß natürlich auch wesentliche Veränderungen erleiden. Nothwendige Bedingung ist, daß in die Beschickung so viel Schwefelkies eingeführt wird, daß die Schlacken möglichst arm werden, und daß zu gleicher Zeit das Product, der weiße Stein, zweckmäßig geröstet werden kann.

Der weiße Stein muß um so mehr Eisen und Schwefel enthalten, je bedeutender sein Arsen= und Antimongehalt ist, weil das Schwefeleisen zu den Reactionen, welche die Vertreibung dieser schädlichen Körper bewirken können, durchaus nothwendig ist. Bei der Entwicklung der Reactionen, als von der Methode im Allgemeinen die Rede war, sind genügende Details mitgetheilt, um zu begreifen, in welcher Richtung die Zusammensetzung der Beschickung nach der Beschaffenheit der zu Gute zu machenden Erze verändert werden muß. Es soll das Schmelzen für ein spezielles Beispiel beschrieben werden, entnommen den gewöhnlichen Betriebsverhältnissen in den Swansea=Hütten. Wir nehmen dabei an, daß die Chargen folgende Zusammensetzung haben:

Gerösteter Bronzestein	1,000	Tonnen
Reiche Erze	0,435	=
Hammerschlag	0,012	=
Reiche Schlacken vom Gaarmachen .	0,152	=
Herd, Ziegelsteine, kieselige Schlacken	0,193	=

d. h. man bringt in das Schmelzen auf weißen Stein 1,951, 50 Tonnen reiche und reine Erze zu gleicher Zeit mit 4500 Tonnen geröstetem Bronzestein, der das Product von 14060 Tonnen kiesigen Erzen ist.

Brennmaterial. Man verbrennt ein Gemenge von fetten und magern Kohlen in dem Verhältniß von 0,74 der magern und 0,26 der fetten; die Tonne davon kostet etwa 6,17 Frcs. Es muß bemerkt werden, daß die Beschaffenheit dieses Brennmaterials etwas geringer als die des Gemenges ist, welches bei dem ersten Steinschmelzen angewendet wird. Es muß zwar in den Oefen eine sehr hohe Temperatur entwickelt werden, allein die zu erzeugenden Schlacken werden leichter flüssig, als die beim ersten Schmelzen, und aus diesem Grunde kann man etwas geringere Kohlen anwenden. Es muß noch bemerkt werden, daß die für das Gemenge beider Kohlensorten angegebenen Verhältnisse nicht genau in allen Hütten die gültigen sind. Es dienen diese Zahlen nur dazu, die respectiven Beschaffenheiten der in den verschiedenen Oefen zu benutzenden Brennmaterialien nachzuweisen.

Arbeiterpersonal. — Ein Ofen wird von zwei Arbeitern bedient, von denen jeder eine zwölfstündige Schicht macht. Sonntags wird

der Betrieb unterbrochen, und die Arbeiter wechseln am Schluß jeder Woche in der Nacht= und in der Tageschicht.

Sie erhalten für die Verarbeitung zweier Chargen 6,30 Frcs., und dies entspricht ungefähr einer zwölfstündigen Schicht; sie können 11 Schichten machen und verdienen folglich in der Woche 69,30 Francs. Der eine von ihnen muß die Nacht vom Sonntag auf den Montag zur Hütte kommen und den Ofen so anfeuern, daß er Montags Morgens um 6 Uhr die erste Charge aufnehmen kann. Von den 5 Oefen, die sich in der Hütte befinden, stehen nur 4 zu gleicher Zeit im Betriebe. Es bedarf daher diese Abtheilung der Hütte zum Schmelzen auf weißen Stein: 8 Schmelzer, 4 Gehülfen, 1 Erzwieger, 1 Schlackenzerschläger und seinen Gehülfen.

Die Gehülfen erhalten für die 6stündige Schicht 1,06 Frcs.; der Erzwieger und der Schlackenzerschläger verdienen 35—36 Frcs. wöchentlich.

Der Betrieb. — Die Erze und der geröstete Stein gelangen in den Aufschütter, und man läßt sie in den Ofen fallen, indem man das Register öffnet, sobald der Abstich von der vorhergehenden Charge vollendet ist. Man breitet die Materialien auf der Herdsohle aus und wirft die Schlacken, den Herd und die übrigen Ofenreste, im Allgemeinen kieselige und stückweis vorkommende Substanzen, durch die Thür am Ende des Ofens auf die ausgebreiteten Erze.

Das Laden muß in weniger als in einer Viertelstunde beendet sein; der Schmelzer läßt alsdann die Thür herab und verschmiert ihre Fugen, worauf er den Ofen so vorrichtet, daß er dessen Temperatur schnell steigern kann. Die Arbeiten auf dem Rost während der ganzen Dauer des Betriebes bestehen darin, die Oeffnungen in dem Klinker zu erhalten, die Asche in den Aschenraum fallen zu lassen und Brennmaterial einzuschüren. Die Schürung erfolgt in regelmäßigen Zwischenräumen, 10mal in 12 Stunden; jedes Mal werden 170—178 Kilogramme Steinkohlen eingebracht. Bei einem lebhaften Betriebe braucht ein Ofen in 24 Stunden 3,524 Tonnen.

Die Reactionen auf der Herdsohle erfolgen ohne Einwirkung des Arbeiters; das Gelingen des Betriebes hängt hauptsächlich von einer sorgfältigen Beschickung ab. 5 Stunden nach dem Chargiren sind der Stein und die Schlacken geschmolzen und schon ziemlich von einander abgeschieden; der Arbeiter öffnet die Thür und führt die Brechstange nach allen Theilen der Herdsohle. Er überzeugt sich, daß die Schmelzung vollständig sei; er löst, wenn es erforderlich ist, die zusammengebackenen Theile, die an den Wänden und an der Sohle festhängen, los. Er muß erkennen können, ob der Verlauf des Betriebes ein zweckmäßiger, und wenn dies nicht der Fall ist, so muß er die Substanzen zuschlagen, die zur Vollendung der Reaction oder zur Flüssigkeit der Schlacken erforderlich sind. Der Prozeß wird mit einer starken und einer mehr oder weniger langen Temperatursteigerung, je nachdem die Beschaffenheit der Materialien während des Arbeitens mit der Brechstange es erforderlich machen, vollendet.

Der Abstich erfolgt gewöhnlich 5 Stunden 45 Minuten nach dem Chargiren; der Arbeiter öffnet mit einem Spieß die Stichöffnung; der Stein und nach ihr die Schlacke fließen in einen aus Sand bestehenden Sumpf, der an der Seite des Ofens vorbereitet und vollkommen trocken ist. Sobald alle flüssigen Substanzen aus dem Ofen entfernt sind, wird die Abstichöffnung mit einem Thonbatzen verschlossen; die Thür am Ende des Ofens wird geöffnet, die beschädigten Stellen an der Herdsohle werden,

wenn es erforderlich ist, reparirt und es wird endlich eine neue Charge eingebracht.

Am Ende der Woche, nach dem letzten Abstich, wird mit dem Herde eine vollständigere Reparatur vorgenommen, wobei auch seine Höhe und seine eigentliche Form wieder hergestellt werden. Die Abnutzung des Herdes und der Wände erfolgt weit schneller, als bei dem Schmelzen auf Bronzestein; die Schlacken sind weniger kieselhaltig und enthalten als Hauptbasis Eisenoxydul, welches den Sand des Herdes und die Ziegelsteine der Ofenwände, sowie der Feuerbrücke sehr stark angreifen. Es sind daher auch Reparaturen des Herdes, des Fuchses und im Innern des Ofens sehr häufig. Es können demnach mit einem Ofen nicht mehr als 235 Arbeitstage in einem Jahre erlangt werden und nach zwei Jahren muß man einen solchen Ofen gänzlich umbauen. Der Brennmaterialverbrauch bei dem Anfeuern ist ein sehr bedeutender Bruchtheil von der verbrannten Kohlenmenge. Außerdem muß man oft die Ankunft fremder Erze abwarten und die Oefen, die nicht im Betriebe stehen, in hinlänglicher Hitze erhalten.

Bei 235 Arbeitstagen kann man in einem Ofen jährlich 940 Tonnen gerösteten Bronzestein verschmelzen; es sind daher 5 Oefen zur Verarbeitung der 4500 Tonnen erforderlich, die nach der weiter oben angenommenen Hypothese zu Gute gemacht werden sollen.

Producte. — Es giebt dieser Prozeß zwei Hauptproducte: Stein und Schlacken; außerdem noch kupferhaltige Reste vom Herde und von den Wänden. Es sollen hier nur die ersteren betrachtet werden.

Die Schlacke ist braun, gewöhnlich sehr gut geschmolzen und ohne Blasen; ihre chemische Zusammensetzung ist nach der Beschaffenheit der zu Gute gemachten Erze sehr veränderlich und nähert sich gewöhnlich den folgenden Zahlen:

Kieselerde	0,35
Eisenoxydul	0,58
Kalk-, Bitter- und Thonerde	0,05
	0,98

Sie enthält auch etwas Kupferoxydul, jedoch bei einem gut geführten Betriebe nur 0,01—0,02. Die an dem Steine anhängenden Theile der Schlacken enthalten auch Kupferkörner von allen Größen, wodurch der Kupfergehalt wesentlich erhöht wird.

Bei dem Zerschlagen der Schlacke mit dem Hammer separirt man sehr sorgfältig alle Stücke, welche Granalien enthalten; sie kommen zu demselben Steinschmelzen zurück, oder zu dem besondern Schlackenhaufen, und zwar hängt dies von dem Verhältniß des Zinn- und des Nickeloxydes ab, welche die zu Gute zu machenden Erze enthalten. Diejenigen Schlacken endlich, die keine Granalien enthalten und in denen man nach ihrer Farbe nur eine geringe Kupferoxydulmenge vermuthen darf, werden dem ersten Schmelzen zugeschlagen.

Die chemische Zusammensetzung des Steines muß nothwendig sehr verschieden sein; denn da sehr verschiedenartige Erze zu Gute gemacht werden müssen, so kann der Betrieb auch nicht immer so geführt werden, daß man dasselbe Schmelzresultat erlangt. Es ist der Stein gewöhnlich fast weiß, etwas blasig und darf kein metallisches Kupfer zeigen; seine Bestandtheile sind im Durchschnitt:

Kupfer, von	0,65	bis	0,72
Eisen „	0,09	„	0,05
Arsen, Antimon, Zinn, von	0,03	„	0,02
Schwefel . . . . „	0,23	„	0,21
	1,00	„	1,00

Zuweilen gewinnt man aber auch weißen Stein, der kaum Spuren von Eisen enthält und dessen Kupfergehalt auf 0,77 steigt. Man kann diesen Grad der Reinheit nicht regelmäßig erreichen, weil man sich sonst der Gefahr aussetzen würde, in der Beschickung nur eine unzulängliche Schwefelmenge zu haben. Es würde sich häufig metallisches, nothwendig sehr reines Kupfer ausscheiden, wie bereits bei der allgemeinen Auseinandersetzung der Reactionen nachgewiesen worden ist.

Auch würde außerdem ein unreiner Stein mit einem zu geringen Verhältniß von Schwefeleisen nicht zweckmäßig geröstet werden können.

Haushaltsverhältnisse. — Zur Berechnung der Spezialkosten des Schmelzprozesses, auf eine Tonne Stein und zu Gute gemachte Erze zurückgeführt, muß man das zum Anfeuern und zur Erhaltung der Oefen während der Zeiten, daß man Erze erwartet, berücksichtigt werden. Die Kosten sind annähernd folgende:

Arbeitslöhne, 0,652 Schichten	3,550 Frcs.
Steinkohlen, 0,954 Tonnen à 6,17 Frcs.	5,890 „
Sand, Ziegelsteine, Unterhaltung, Reparaturen, diverse Kosten	0,787 „
	10,227 Frcs.

Um die Kosten auf eine Tonne Erz zurückzuführen, muß man bemerken, daß die Chargen aus 1 Tonne gerösteter Steine, der aus kiesigen Erzen in dem Verhältniß von 0,320 und aus 0,45 Tonnen reichen, oxydirten, kohlensauren und geschwefelten Erzen bestehen. Man wird daher die speziellen, sich auf 1 Tonne verschiedener, zu Gute gemachter Erze bezüglichen Kosten erhalten, wenn man die vorhergehenden Zahlen mit 0,630 multiplizirt.

Arbeitslöhne, 0,411 Schichten . . .	2,240 Frcs.
Steinkohlen, 0,602 Tonnen . . .	3,714 „
Reparaturen, Werkzeuge, diverse Kosten	0,496 „
	6,450 Frcs.

Man darf annehmen, daß bei dem gewöhnlichen Betriebe wöchentlich 59—60 Tonnen weißer Steine fallen, d. h. jährlich etwa 3100 Tonnen, die aus der Zugutemachung von 16,017 Tonnen Erz erfolgen.

Clarke sagt über diesen Prozeß noch Folgendes: — Der Ofen hat dieselbe Einrichtung, wie der Erzschmelzofen. Die Charge hat ein Gewicht von ungefähr 52 Ctr.; es sind auch wieder reiche kohlengesäuerte Erze dabei, und die Zusammensetzung der Beschickung ist die folgende:

Geröstetes Pulver	24 Ctr.
Fremde rohe Erze	24 „
Gaar= oder Schwarzkupferschlacken	3 „
	52 Ctr.

Ein zweites Beispiel ist folgendes:

Geröstetes Pulver	23 Ctr.	
Fremde rohe Erze	24 „	
Gaar- oder Schwarzkupferschlacken	5 „	
		52 Ctr.

Ein drittes Beispiel ist folgendes:

Geröstetes Pulver	20 Ctr.	
Rohe kohlensaure Erze . . .	20 „	
Gaar- oder Schwarzkupferschlacken	8 „	
		48 Ctr.

Die fremden Erze machen auch hier Schwierigkeiten, während, wenn der Prozeß nur aus geröstetem Stein oder Schlacken besteht, das Verfahren weit einfacher ist.

Die Erze müssen, ehe sie zu dem Ofen kommen, gehörig mit einander vermengt werden. — Eine Charge bedarf zu ihrer Schmelzung etwa sechs Stunden, und der Betrieb ist fast gänzlich derselbe, wie beim Erz- oder Rohschmelzen. Die Schlacken werden auf dieselbe Weise abgezogen; allein da mehr Stein fällt, so wird er bei jeder zweiten Charge abgestochen.

Der Kohlenaufwand beträgt täglich 4 bis 5 Tons, oder wöchentlich etwa 30 Tons.

Die Belegung des Ofens besteht aus einem Mann für die Tage- und aus einem für die Nachtschicht. Ein Ofen kann etwa 2200 Tons Erze, mit einem Kupfergehalt von 700 Tons, durchsetzen. Das Resultat ist blauer oder weißer Concentrations-Stein und scharfe Schlacke.

Der Stein besteht aus:

Kupfer . . .	70 bis 83,
Schwefel . .	30 bis 17.

Die scharfe Schlacke besteht aus Eisenoxydul-Silicat mit Kupfer und Antimon.

Die Schlacke wird wegen ihrer scharfkantigen Bruchstücke so benannt; sie hat eine helle Farbe und enthält im Innern keine Körner, sondern nur sehr feine auf den Außenflächen.

Die spezielle Verarbeitung von reinen und sehr unreinen Erzen. — Die übrigen 7583 Tonnen Erze werden in vollkommen reine Erze, die zur Gewinnung sehr guten Kupfers dienen, und in sehr unreine Erze getheilt, die nur ein Kupfer von mittelmäßiger Beschaffenheit geben können.

Bei diesen beiden getrennten Prozessen beginnt man stets mit der Röstung, mit dem Schmelzen auf Bronzestein und mit dem Verrösten desselben. Es ist weiter oben angenommen, daß 2260 Tonnen Bronzestein, die von 7000 Tonnen Erz gefallen sind, auf diese beiden Verzweigungen der Zugutemachung gehen.

Bei sehr unreinen Erzen ist die Reihe der Prozesse, denen man den gerösteten Bronzestein unterwirft, die nachstehende:

A) Schmelzen auf blauen Stein; α) Röstschmelzen des blauen Steins, wobei weißer Stein dargestellt wird; β) Röstschmelzen des weißen Steines, welcher Regulus (Concentrationsstein, Metallstein) giebt; V) Röstschmelzen des Regulus; endlich VI) Gaarmachen und Raffiniren.

Bei sehr reinen Erzen wird die Reihe der Prozesse fast dieselbe sein, allein es werden alle mehr oder weniger an Kupferoxydul reiche Schlacken gesammelt, wobei aber vorausgesetzt wird, daß sie weder Arsen, noch Antimon, Zinn, Nickel u. s. w. enthalten. Man unterwirft sie einem besondern Schmelzen, statt sie auf die verschiedenen Schmelzprozesse der Zugutemachung zu vertheilen, und man gewinnt daraus einen reichen und reinen Stein, aus welchem man ein besonders gutes Kupfer darstellen kann.

Bei dem Schlackenschmelzen schlägt man einen Theil derjenigen Schlacken zu, welche bei der Verarbeitung gewöhnlicher Erze fallen, vorausgesetzt, daß sie hinlänglich rein sind und nicht die Güte des Productes, welches man aus den Schlacken zu gewinnen sucht, benachtheiligen.

Es bedarf wohl kaum der Bemerkung, daß man zu den drei besonderen Arten der Zugutemachung in Beziehung auf die Erze (gewöhnliche, sehr reine, sehr unreine), selbst bei der Darstellung und der Röstung des Bronzesteins, besondere Oefen nöthig hat. Die entsprechenden Producte bleiben getrennt, mit Ausnahme gewisser besonderer Fälle, ähnlich dem, von welchem geredet wurde, und wobei die reinen Schlacken von der gewöhnlichen Arbeit zum allgemeinen Schlackenschmelzen der sehr reinen Erze kommen.

A. Darstellung des blauen Steines aus geröstetem Bronzestein. — Dieser Prozeß entspricht dem Schmelzen auf weißen Stein bei der Verarbeitung der gewöhnlichen Erze; es unterscheidet sich blos durch den Schwefelgehalt des Hauptproductes des blauen Steines. Er muß eine hinreichende Menge Schwefeleisen enthalten, um zwei hintereinander folgenden Röstschmelzen unterworfen werden zu können, ehe er zu demjenigen Röstschmelzen, zu welchem der weiße Stein direct gelangt, kommt.

Man kann dieses Resultat auf zweierlei Weise erlangen: indem man die Röstung des Bronzesteines nicht so weit treibt oder indem man in die Chargen ein gewisses Verhältniß kiesiger Erze einführt. Das erste Mittel kann nur bei sehr reinen Erzen zweckmäßig sein; das zweite ist bei der Zugutemachung sehr reiner Erze nothwendig, denn in diesem Falle ist es sehr wesentlich, die Röstungen möglichst weit zu treiben, da sie allein bei der Reinigung wirksam sein können.

Der Prozeß wird übrigens wie das Schmelzen auf weißen Stein geführt; es ist nicht weiter erforderlich anzugeben, wie die Beschickung beschaffen ist und was die Specialkosten für eine Tonne der zu Gute gemachten Materialien und für eine Tonne Erz betragen.

Reine Erze. — Bei reinen Erzen hat die Beschickung gewöhnlich die nachstehende Zusammensetzung:

Gerösteter Bronzestein	1592	} 2 T.
Reine kiesige Erze, unvollkommen geröstet, selten roh	0,408	
Schlacken vom ersten Schmelzen, Herd u. s. w. . .	0,120	

Die Schlacken sind zum Theil durch die Kieselerde erzeugt, die dem Herd und den Wänden des Ofens entnommen ist; man nimmt an, daß bei einer Charge die Abnutzung des Herdes und der Wände 0,12 Tonnen von den kieseligen Substanzen beträgt. Man setzt in der Woche 22 Chargen durch und jeder Ofen verbraucht in 24 Stunden 3,52 Steinkohlen. Alle zwei Monate ist es nothwendig den Herd, die Wände, die Brücke, den Rostraum und den Fuchs zu repariren; man kann auf das Jahr 230 Betriebstage rechnen. Ein Ofen kann daher 15,000 Tonnen Bronzestein

aus reinen Erzen verarbeiten, ein Verhältniß, welches sicher derjenigen Erzmenge übersteigt, welches in den meisten englischen Hütten wirklich zu Gute gemacht wird. Hier wird diese Zahl nur als Basis der Berechnung der Specialkosten bei dem Verfahren angenommen. Mit den 15,000 Tonnen gerösteten Bronzestein setzt man etwa 400 Tonnen sehr reiner kiesiger Erze, von denen der größte Theil unvollständig geröstet worden ist, durch.

Man erhält etwa 11,000 Tonnen blauen Stein, welcher von 5045 Tonnen Erzen herrührt, d. h. 0,258 Stein auf 1 Erz. Der Stein hat eine dunkelgraue Farbe; auf dem Bruch nimmt er eine bläuliche Farbe an, wodurch er den Namen blauer Stein erhalten hat; zuweilen ist er etwas blasig und zeigt oft ziemlich große Höhlungen. Seine mittlere Zusammensetzung ist nach den Versuchen von Leplay folgende:

Kupfer	0,567
Eisen	0,163
Schwefel	0,240
Metalle und Schlacken . .	0,030
	1,000.

Die Schlacke hat große Aehnlichkeit mit der, welche bei dem Schmelzen auf blauen Stein gefallen ist; allein sie enthält gewöhnlich ein etwas geringeres Verhältniß von Kupferoxydul. Sie ist ein Eisenoxydulsilicat und enthält 36 oder 37 Proc. Kieselerde. Ihr Kupfergehalt ist ziemlich bedeutend, welches hauptsächlich von den vielen Steinkörnern herrührt, die sie während des Abstiches aufnimmt. Sie kommt gewöhnlich zum Schlackenschmelzen.

Haushaltsverhältnisse. — Die Specialkosten des Schmelzens auf blauen Stein auf eine Tonne Stein und auf eine Tonne Erz zurückgeführt, sind annähernd:

Arbeitslöhne, 0,388 Schichten	1,980 Frcs.
Steinkohlen, 0,706 Tonnen à 6,17 Frcs. . . .	4,356 „
Gezähe, Reparaturen, diverse Kosten	0,585 „
Summa	6,921 Frcs.

Um diese Kosten auf die Tonne Erz zurückzuführen, muß man sie mit 0,52 multipliciren, welcher Coefficient berechnet worden ist, indem man das Verhältniß des aus dem Erz gewonnenen Bronzesteins, wie er bei der gewöhnlichen Arbeit fällt, so wie die direct zum Schmelzen gelangenden Erze, berücksichtigte.

Arbeitslöhne, 0,202 Schichten	1,029 Frcs.
Steinkohlen, 0,367 Tonnen	2,265 „
Gezähe, Reparaturen, diverse Kosten	0,304 „
Summa	3,598 Frcs.

Außerdem müssen auch die Röstkosten der kiesigen Erze, die bei den Chargen in dem Verhältniß von 0,20 zugeschlagen werden, in Rechnung kommen. Man kann sie mit hinreichender Annäherung nach den für den ersten Prozeß angegebenen Zahlen abschätzen:

Arbeitslöhne, 0,088 Schichten	0,232 Frcs.
Steinkohlen, 0,41 Tonnen	0,180 „
Reparaturen, Gezähe und diverse Kosten . . .	0,040 „
Summa	0,452 Frcs.

Sehr unreine Erze. — Man muß jährlich nach den weiter oben gemachten Annahmen 760 Tonnen Bronzestein zu Gute machen, welche von 2370 Tonnen sehr unreiner Erze herrühren; die Zusammensetzung der Beschickung ist die folgende:

Gerösteter Bronzestein	1,592	2 T.
Ungeröstete kiesige Erze	0,408	
Reiche Schlacken	0,150	
Kieselige Schlacken, Herd u. s. w.	0,180.	

Man gebraucht daher etwa 250 Tonnen reine Erze bei diesem vierten Prozeß der Zugutemachung um den dargestellten Stein dasjenige Verhältniß von Schwefel und Eisen zu ertheilen, welches der Stein zu dem folgenden Röstschmelzen haben muß. Man sieht auch, daß die reichen Schlacken in einem bedeutenden Verhältnisse zugeschlagen werden, während dieselben bei dem entsprechenden Verschmelzen reiner Erze wegbleiben. Das Vorhandensein dieser Schlacken und die Bedingung einer vorgeschrittenen Röstung des Bronzesteins erklären es, warum die zugeschlagenen kiesigen Erze nicht geröstet werden brauchen, während diese vorläufige, obgleich nur unvollkommene Röstung bei Zugutemachung reiner Erze zweckmäßig ist.

Der Betrieb wird, wie weiter oben angegeben, geführt; ein einziger Ofen reicht zur Verarbeitung von 760 Tonnen Bronzestein und von 152 Tonnen kiesiger Erze vollkommen hin.

Producte. — Die beiden Hauptproducte sind der blaue Stein und die Schlacken. Die Menge des dargestellten Steins beträgt etwa 360 Tonnen, d. h. 0,142 auf 1 zur Zugutemachung gekommenes Erz. Er hat dieselben Kennzeichen und hat denselben Kupfergehalt wie der blaue Stein von reinen Erzen. Er unterscheidet sich aber wesentlich davon durch das Vorhandensein von Arsen, Antimon, Zinn, Nickel u. s. w., deren Verhältniß sich oft auf 4 bis 5 Proc. erhebt, während dasselbe bei dem Stein reiner Erze $1\frac{1}{2}$ Proc. niemals übersteigt.

Die Schlacke enthält stets eine sehr geringe Menge von Kupferoxydul, dagegen aber viel Granalien; sie wird bei dem Schmelzen auf Bronzestein zugeschlagen.

Haushaltsverhältnisse. — Die Specialkosten der Zugutemachung fallen mit den vorhergehend aufgeführten zusammen; wir beschränken uns daher darauf die Kosten für eine Tonne Erz aufzuführen:

Arbeitslöhne, 0,202 Schichten	1,029 Frcs.
Steinkohlen, 0,367 Tonnen	2,265 „
Gezähe, Reparaturen, diverse Kosten	0,304 „
	3,598 Frcs.

$\alpha\beta$. Röstschmelzen des blauen Steines. — Die beiden auf einander folgenden Röstschmelzprozesse $\alpha\beta$, von denen der erste einen weißen und der zweite einen Concentrationsstein giebt, haben fast denselben Zweck, wie der Prozeß V, welchem man sogleich den weißen Stein der gewöhnlichen Arbeit unterwirft. Man sucht durch langsame Oxydation in niedriger

Temperatur, mit Hülfe eines geringen Ueberschusses von Luft den größten Theil des Arsens und Antimons zu vertreiben; ferner Eisen, Zinn, Nickel ꝛc. zu verschlacken, indem man so viel als möglich das Kupfer im Zustande des Steins oder Concentrationssteins darstellt.

Der Blaustein muß mehr Schwefel in Form von Schwefeleisen enthalten, als der weiße Stein von der gewöhnlichen Arbeit und zwar in einem um so größern Verhältniß, je öfter die Röstschmelzprozesse wegen des in dem Stein enthaltenen Arsens und Antimons, wiederholt werden soll. Diese Bedingung ist eine nothwendige Folge der während des Röstschmelzens nöthigen Reactionen, deren wesentlicher Zweck eine starke Reinigung des endlichen Products ist. Wir haben schon weiter oben viel von den Reactionen der verschiedenen Perioden des Röstschmelzens gesprochen, sind aber der Meinung, daß es nicht unzweckmäßig sein wird, darauf zurückzukommen, indem wir die beiden besondern Prozesse α und β beschreiben. Ganz besonders müssen wir auf den Einfluß hinweisen, den das in dem Stein enthaltene Schwefeleisen auf die Reinheit des dargestellten verkäuflichen Kupfers hat.

Das erste Erzschmelzen umfaßt: eine sehr langsame Schmelzung bei niedriger Temperatur des in großen Stücken auf die Herdsohle gebrachten Steins; eine Periode der Reactionen und der vollständigen Schmelzung. Sobald der Stein und die Schlacke die Producte des Prozesses gehörig flüssig sind, sticht man sie in einen äußern Sumpf ab.

Das zweite Röstschmelzen wird auf dieselbe Weise ausgeführt; es muß den größten Theil des Kupfers in ein Product concentriren, welches noch eine geringe Menge von Schwefeleisen enthält. Das gesammte Verhältniß des Schwefels ist nicht mehr stark genug, daß man das Product Stein nenne; es ist ein unreines Schwarzkupfer, für welches die Benennung Regulusstein oder Metallstein sehr characteristisch ist; sie ist zuerst von Hrn. Leplay eingeführt. Die benutzten Oefen haben dieselbe Einrichtung wie die Röstöfen, eine Oeffnung in der Ecke der Brücke, durch welche äußere Luft auf die Herdsohle geführt werden kann, um die von dem Rost einströmenden brennbaren Gase zu verbrennen und um die auf dem Herde befindlichen Substanzen zu oxydiren.

Während der sehr langsamen Schmelzung fällt der Stein tropfenweis durch eine Luftschicht von geringer Wärme und oxydirt sich theilweise.

Die Berührung des Sauerstoffs mit den verschiedenen Körpern ist wenig genau; es bilden sich folglich schweflichte und arsenichte Säuren und Antimonoxyd, welche von dem Zuge der Esse weggeführt werden; zu gleicher Zeit entstehen feste Kupfer-, Eisen-, Zinnoxyde u. s. w. Die Oxydation kann nur eine partielle sein; die auf der Herdsohle in einer unvollständigen Schmelzung vorhandenen Materialien enthalten, außer den Oxyden, eine gewisse Menge von Schwefel-, Arsen- und Antimonmetallen.

Wenn alle chargirten Steinstücke eingeschmolzen sind, so verschließt man die Oeffnung an der Feuerbrücke und man feuert scharf. Sobald die Temperatur die hinreichende Höhe erreicht hat, beginnen die Reactionen zwischen den verschiedenen in einem innigen Gemenge stehenden Substanzen.

Das Kupfersulfuret wirkt hauptsächlich auf das Kupferoxydul unter Erzeugung von metallischem Kupfer und schweflichter Säure.

Das Eisensulfuret wirkt größtentheils durch eine doppelte Zersetzung und es entwickelt sich nur wenig Schwefel als schweflichte Säure. Die Verbindungen des Arsens und Antimons mit dem Eisen und dem Kupfer

werden nur durch Kupferoxydul angegriffen; allein die oxydirende Wirkung geht auf das Eisen, während Arsen und Antimon mit dem Kupfer verbunden bleiben.

Der Sand, mit dem die Steinstücken umgeben sind, der Sand des Herdes und die Ziegelsteine der Ofenwände bilden nach und nach mit den Oxyden eine basische Schlacke, auf welche das Eisensulfuret seine Wirkung bis zu dem Augenblick des Abstiches festsetzt und diese Wirkung verflüchtigt den Schwefel nicht. Die Zinn= und Nickelverbindungen verhalten sich fast gänzlich wie die des Eisens.

Diesem nach kann das Eisensulfuret in den zu erzeugenden Stein einen großen Theil des Kupferoxydes während der Schmelzung zurückzuführen, ohne daß sich der Schwefel als schweflichte Säure entwickelt. Ohne das Oxyd würde die Hauptreaction bei der Schmelzung die das Sulfuret auf das Kupferoxydul sein, welches allen Schwefel verflüchtigt. Es würde nicht mehr genug zur Steinbildung zurückbleiben, wenigstens, wenn man die erste Periode der Oxydation nicht sehr beschränkt hätte; diese ist aber die einzige, um eine gewisse Menge Arsen und Antimon zu vertreiben, so wie Zinn, Nickel u. s. w. zu oxydiren. Aus diesem Grunde hat man daher ein großes Interesse daran, diese Periode möglichst zu verlängern. Es muß daher der blaue Stein ein sehr bedeutendes Verhältniß von Schwefel, als Schwefeleisen enthalten, wenn man einen Stein, d. h. ein Product darstellen will, welches einer neuen Oxydation unterworfen werden kann.

Durch die Schlackenbildung wird ein Theil der Zinn= und Nickeloxyde absorbirt; zu gleicher Zeit mit dem Eisenoxyd aber eine sehr wesentliche Menge Kupferoxydul. Die Schlackenbildung trägt daher auch zur Reinigung und zwar um so mehr bei, je mehr Oxyde man während der ersten Periode gebildet hat.

Die Reactionen, welche zur Reinigung dienen, lassen sich viel langsamer und schwieriger vorbringen, wenn die schädlichen Substanzen in sehr geringem Verhältniß vorhanden sind. Es muß daher der blaue Stein von der Zugutemachung der reinen Erze wie der von sehr unreinen Erzen behandelt werden; das Resultat ist aber in beiden Fällen verschieden. Im erstern Fall gelangt man dahin, daß in dem zum Gaarmachen gelangenden Kupfer nur Spuren von Arsen, Antimon und selbst Zinn zurückbleiben; im zweiten Fall dagegen bleibt in dem Metall eine bedeutende Menge dieser schädlichen Körper zurück, so daß sie einen bedeutenden Einfluß auf den Handelswerth des raffinirten Kupfers hat.

α) Erstes Röstschmelzen des blauen Steines, wodurch weißer Stein dargestellt wird. — Die dem Röstschmelzen zu unterwerfenden Mengen des blauen Steines sind:

11,000 Tonnen, welche von reinen Erzen herrühren;
360 Tonnen, welche von sehr unreinen Erzen kommen.

Beide Qualitäten werden in besondern Oefen zu Gute gemacht, jedoch auf ganz gleiche Weise; ein Ofen dient zu dem Röstschmelzen des Steins von unreinen Erzen; die beiden andern dagegen zur Bearbeitung des Steins von reinen Erzen und für den, der bei dem Schlackenschmelzen fällt, wie weiter unten näher angegeben werden soll.

Brennmaterial. — Da man nur eine mäßig hohe Temperatur während des größten Theiles von dem Prozeß zu erzeugen nöthig hat, so

kann man Staubkohlen, bestehend aus einem Gemenge von 0,23 fetten und 0,77 magern Kohlen benutzen; die Tonne kostet davon 6,15 Frcs.

Arbeiterpersonal. — Zwei im Betriebe stehende Oefen erfordern zwei Arbeiter, welche zwölfstündige Schichten machen. Sie müssen den Prozeß führen und auch einschüren; zu den Transporten und dem Chargiren sind zwei junge Burschen und zwei Kinder erforderlich. Der Lohn der Schmelzer beträgt etwa 6,15 Frcs. für die zwölfstündige Schicht, während der Bursche 1,30 Frcs. und die Knaben 1,08 Frcs. erhalten.

Betrieb. — Sobald der Stein und die Schlacke von dem vorhergehenden Schmelzen den Ofen verlassen haben, verschließt der Arbeiter die Seitenöffnung und reparirt den Herd, indem er feuerfesten Thon und Sand mit der Brechstange in alle Höhlungen eintreibt, besonders längs der Wände; darauf schreitet er zum Chargiren. Da die Steinstücke sehr schwer sind, indem sie 110—120 Kilogrm. wiegen, so können sie von zwei Arbeitern nicht gehandhabt werden, und es müssen daher vier Arbeiter dazu verwendet werden, um diese schweren Stücke auf den Herd zu bringen, ohne diesen zu beschädigen und die Stücke zu zerbrechen. Sind daher zwei Röstschmelzöfen gleichzeitig im Betriebe, so vereinigen sich die Arbeiter, um nach und nach alle Oefen zu laden. Das Einbringen der Steinstücke wird durch breite Eisenplatten bewirkt.

Zur Reparatur der Sohle und zum Chargiren ist ungefähr eine Stunde erforderlich; der Ofen ist alsdann bis zur dunklen Rothglühhitze abgekühlt, welches erforderlich ist, damit der Stein nur sehr langsam in Fluß geräth. Eine Charge besteht aus 15 Stücken und wiegt etwa zwei Tonnen; die Stücke werden auf dem Herde in 1,20 Met. Entfernung von der Brücke an einander gereiht und müssen so weit und regelmäßig von einander entfernt sein, damit die Flamme und die Gase in allen Theilen des Ofens gleichartig circuliren können.

Die Seitenthür ist alsdann verschlossen und die Fugen sind mit Lehm verstrichen; die Oeffnung in der Brückenecke ist geöffnet und es dringt ein Strom kalter Luft in den Ofen, der auf der Herdoberfläche die von dem Rost herbeiströmenden brennbaren Gase verbrennt.

Der Arbeiter richtet den Klinkerrost wie bei der Erzröstung vor, und muß das Feuer so führen, daß die Charge nur sehr langsam erhitzt wird und schmilzt. Der Stein darf erst 8½ Stunden nach dem Chargiren auf dem Herde angesammelt sein.

Von dieser Oxydationsperiode hängt hauptsächlich das Gelingen des Prozesses ab; es sind daher sehr geschickte und geübte Arbeiter erforderlich, um die Lebhaftigkeit der Verbrennung und das Herbeiströmen der kalten Luft der Art zu reguliren, daß die Schmelzung und die Oxydation mit zweckmäßiger Langsamkeit vorschreiten, die aber nach der Zusammensetzung des zu verarbeitenden Steins etwas verschieden ist. Eine Beaufsichtigung kann die Geschicklichkeit der Arbeiter nicht ersetzen.

Soll nun die Feuerung verstärkt werden und die Periode der Reaction und der Schmelzung beginnen, so verschließt man die Seitenöffnung; man bildet mit dem Spieß, wie bei der Röstung mehre etwas große Oeffnungen in den Rost, so daß Luft im Ueberschuß einströmen und durch den Klinker gehen kann. Der Prozeß kann als beendigt angesehen werden, wenn die Schlacke in ruhiger Schmelzung befin[illegible]d sehr flüssig ist; es sind gewöhnlich 2—2½ Stunden erforderlich, [illegible]em Resultate zu gelangen.

Der Arbeiter öffnet alsdann die Abstichöffnung und läßt den Stein zuerst und die Schlacke nach ihm in den Sumpf ablaufen, der in der Sandsohle vor dem Ofen vorbereitet und getrocknet worden ist. Man macht zwei Röstschmelzungen in 24 Stunden und zwölf wöchentlich; Sonntags wird der Betrieb unterbrochen. Man verbrennt bei diesem ersten Röstschmelzen zur Verarbeitung von 4 Tonnen Stein 3,40 Tonnen Steinkohlen.

Die Oefen werden weniger schnell abgenutzt als die zum Steinschmelzen erforderlichen; wenn die Arbeiter sorgfältig dahin sehen, die bei jedem Prozeß entstandenen Vertiefungen in der Sohle und die Löcher in den Wänden, mit einem Gemenge von Thon und Sand auszugleichen, so braucht ein Ofen erst nach sieben oder acht Monaten außer Betrieb gesetzt zu werden, um ihn gründlich zu repariren. Dann muß der Herd, die Brücke, die Wände, der Fuchs und auch der Rostraum neu vorgerichtet werden. Ein Ofen dauert 30—36 Monate.

Producte. — Die beiden Hauptproducte sind der weiße Stein und die Schlacken; man gewinnt aber auch Herd und Wände, wenn man Reparaturen an den Oefen vornimmt, indem stets ein Theil davon kupferhaltig ist. Man schlägt sie dem vierten Prozeß der Zugutemachung, dem Schmelzen auf blauen Stein wiederum zu, wenn sie von reinen Erzen herrühren. Die Ofenreste vom Röstschmelzen sehr unreiner Erze, kommen zum Bronzesteinschmelzen.

Der Stein ist sehr weiß und sehr spröde; sind die Prozesse gut geleitet, so enthält er kein metallisches Kupfer. Die Zusammensetzung dieses Steins ist ziemlich gleichartig und besteht aus:

Kupfer	von	0,77	bis	0,79
Eisen	„	0,03	„	0,02
Schwefel	„	0,20	„	0,19
		1,00		1,00

Der bei der Zugutemachung reiner Erze dargestellte blaue Stein enthält nur Spuren von Arsen, Antimon, Zinn u. s. w.; der bei sehr unreinen Erzen erfolgte weiße Stein enthält dagegen 2—3 Proc. von diesen schädlichen Substanzen und nicht mehr als 75—76 Proc. Kupfer. Man gewinnt aus den 11,00 Tonnen blauen Stein aus reinen Erzen etwa 660 Tonnen weißen Stein, d. h. 0,131 Stein vom ersten Röstschmelzen für 1 Erz.

Die 360 Tonnen blauen Stein von sehr unreinen Erzen geben ungefähr 216 Tonnen weißen Stein, d. h. 0,085 für 1 Erz. Die Schlacke ist ein sehr basisches Silicat und es bestehen die Basen aus Eisen- und Kupferoxydul; sie enthält ein mehr oder weniger bedeutendes Verhältniß von Zinn-, Nickeloxyd u. s. w., selbst bei der Zugutemachung reiner Erze. Aus diesem Grunde dürfen sie auch nicht in das Schlackenschmelzen gelangen, sondern sie müssen dem ersten Steinschmelzen zugeschlagen werden. Macht man sehr unreine Erze zu Gute, so werden sie gänzlich zu dem ersten Schmelzen zurückgegeben. Sie enthalten immer viel Granalien und ihr Kupfergehalt ist daher bedeutend.

Haushaltsverhältnisse. — Die Specialkosten des Röstschmelzens α, auf eine Tonne blauen Stein zurückgeführt, kann auf folgende Weise bestimmt werden:

Arbeitslöhne, 0,75 Schichten	2,132	Frcs.
Brennmaterial, 0,82 Tonne à 6,15 Frcs. . .	5,043	„
Gezähe, Reparaturen, diverse Kosten . . .	0,834	„
Summa	8,009	Frcs.

Um diese Kosten auf eine Tonne Erz zurückzuführen, muß man sie in beiden Fällen, den reinen und den sehr unreinen Erzen mit dem Coefficienten 0,218 und 0,142 multipliciren.

Reine Erze.

Arbeitslöhne, 0,163 Schichten	0,465	Frcs.
Brennmaterial 0,179 Tonnen	1,101	„
Gezähe, Reparaturen, diverse Kosten	0,182	„
Summa	1,748	Frcs.

Unreine Erze.

Arbeitslöhne, 0,106 Schichten	0,303	Frcs.
Brennmaterial, 0,116 Tonnen	0,713	„
Gezähe, Reparaturen, diverse Kosten	0,118	„
Summa	1,134	Frcs.

β) Röstschmelzen des weißen Steins, Darstellung des Metallsteins. — Zu diesem zweiten Röstschmelzen kommen 660 Tonnen weißer Stein von der Zugutemachung reiner Erze und 216 Tonnen Stein, welche von unreinen Erzen herrühren.

Für die erstern ist ein besonderer Ofen nothwendig, der dieselbe Einrichtung hat, wie der vom ersten Schmelzen; für die zweiten werden die beiden Röstschmelzen abwechselnd in einem und demselben Ofen ausgeführt.

Betrieb. — Derselbe wird fast ganz so wie das erste Röstschmelzen geführt, d. h. er zerfällt in zwei Perioden: langsame Schmelzung und Oxydation bei niedriger Temperatur; Reactionen und Schmelzung. Eine Charge ist etwas geringer und besteht nur aus 1,50 Tonnen, statt aus zwei Tonnen. Die erste Periode kann nicht so sehr verlängert werden, weil der weiße Stein nur noch wenig Schwefeleisen enthält; sie dauert 2—2½ Stunden, je nach der Beschaffenheit des Steins. Bei solchen, der von unreinen Erzen herrührt, muß die Periode etwas verlängert werden, als bei Stein von reinen Erzen. Auch die zweite Periode wird rascher vollendet, zuvörderst weil der Ofen in dem Moment, wo er stärker gefeuert wird, eine höhere Temperatur hat und dann auch, weil die Menge der Materialien, zwischen denen die Reactionen statt finden, geringer ist, als bei dem ersten Röstschmelzen.

Der ganze Prozeß erfordert vier bis fünf Stunden; man macht daher leicht 33 Chargen in der Woche und verbrennt 3,40 Tonnen Steinkohlen in 24 Stunden. Der Herd wird sehr schnell zerfressen und muß daher fast jede Woche ausgewechselt werden; der Brennmaterialienverbrauch ist daher viel bedeutender als die vorhergehende Zahl angiebt, weil jede Woche ein neuer Herd mehre Stunden lang angefeuert werden muß, um ihn zu der Temperatur zu bringen, bei welcher man die erste Charge machen muß.

Der kupferhaltige Herd kommt in bed[illegible] vor und man schlägt ihn fast ganz bei dem ersten Stein[illegible] Schlacke ist

basisch und enthält viel Kupferoxydul, so wie auch viele Steinkörner; bei der Zugutemachung reiner Erze enthält die Schlacke zuweilen Zinn und Nickeloxyd und in diesem Falle kann man sie nicht immer zum Schlackenschmelzen gelangen lassen. Eben so wenig kann man sie der Beschickung zum Schmelzen auf blauen Stein zusetzen, weil sie ein bedeutendes Verhältniß von Schwefelarsen zur Reduction des Kupferoxyduls erfordern würde; sie gelangt daher, wenigstens zum Theil zum Schmelzen auf Bronzestein zurück. Bei der Zugutemachung sehr unreiner Erze enthält die Beschickung zum Schmelzen auf blauen Stein weit mehr Schwefeleisen, so daß man ohne Nachtheil die Schlacken vom zweiten Röstschmelzen zusetzen kann.

Das Hauptproduct ist ein Regulus oder Metallstein, der wenig Eisen und dagegen viel Schwefel enthält. Seine Bestandtheile sind nachstehende:

Kupfer	von	0,80	bis	0,810
Eisen	„	0,02	„	0,005
Schwefel	„	0,18	„	0,185
		1,00		1,000

Diese Zusammensetzung bezieht sich auf den bei der Verarbeitung sehr reiner Erze dargestellten Metallstein; er enthält kaum Spuren von Arsen, Antimon und Zinn. Man kann annehmen, daß 660 Tonnen weißer Stein 396 Tonnen Metallstein geben, d. h. 0,0786 Metallstein für 1 Erz.

Bei der Zugutemachung sehr unreiner Erze enthält der Metallstein eine verschiedene, jedoch immer wesentliche Menge von Zinn, Arsen und Antimon und im Allgemeinen weniger Schwefel als die vorhergehenden Zahlen angeben. Die erste Periode des Prozesses, die Oxydation, wird stets sehr verlängert, weil man in derselben allein die Reinigung erreichen kann und sehr häufig ist der Schwefel, nach den Reactionen der zweiten Periode, in nicht hinreichendem Verhältniß vorhanden, um alles Kupfer in dem Metallstein zu vereinigen; es scheidet sich eine gewisse Menge Rohkupfer ab, welches viel Zinn, Antimon und Arsen mit sich führt.

Dieses sehr unreine Product, von welchem man 8—9 Proc. das dem Röstschmelzen unterworfenen Steins erhält, hat an und für sich keinen wesentlichen Werth, und es ist das darin befindliche Kupfer fast verloren; dagegen ist der dargestellte Metallstein um so reiner und enthält weniger als 1 Proc. schädliche Substanzen.

Man darf annehmen, daß die 216 Tonnen weißer Stein von den unreinen Erzen beim zweiten Röstschmelzen 18 Tonnen unreines Kupfer (die Engländer nennen es bottoms oder Böden) und 120 Tonnen Metallstein, d. h. 0,05 Metallstein für 1 Erz geben.

Haushaltsverhältnisse. — Die Specialkosten des zweiten Röstschmelzens auf eine Tonne weißen Stein zurückgeführt, sind die folgenden:

Arbeitslöhne, 0,507 Schichten	1,495	Frcs.
Brennmaterial, 0,472 Tonnen à 6,15 Frcs. .	2,903	„
Gezähe, Reparaturen, diverse Kosten	0,491	„
Summa	4,889	Frcs.

Um die Kosten in den beiden angenommenen Fällen, Zugutemachung der reinen und der unreinen Erze, auf eine Tonne Erz zurückzuführen, muß man die vorhergehenden Zahlen mit dem Coefficienten 0,131 und 0,085

multipliciren; es repräsentiren nach den weiter oben angenommenen Hypothesen diese Coefficienten das Steinausbringen aus den Erzen beim ersten Röstschmelzen.

Reine Erze.

Brennmaterialien, 0,0618 Tonnen	0,380	Frcs.
Arbeitslöhne, 0,064 Schichten	0,196	"
Gezähe, Reparaturen, diverse Kosten	0,064	"
Summa	0,640	Frcs.

Unreine Erze.

Brennmaterialien, 0,0401 Tonnen	0,247	Frcs.
Arbeitslöhne, 0,0431 Schichten	0,127	"
Gezähe, Reparaturen, diverse Kosten	0,042	"
Summa	0,416	Frcs.

γ) Das Schlackenschmelzen. Allgemeine Betrachtungen. — Bei der allgemeinen Darstellung des englischen Kupferhüttenprozesses ist von dem Schlackenschmelzen nicht geredet worden, da es gewissermaßen nur eine Ergänzung desselben ist und nur in besonderen Fällen bei der Zugutemachung fast reiner Erze angewendet wird. Man verschmilzt mit einer geringen Menge kiesiger armer Erze mit quarziger Gangart, die aber keine für die Güte des Kupfers nachtheilige Substanz enthalten, die Schlacken von der Darstellung des blauen Steines, im Gemenge mit einem Theil, zuweilen von den gesammten Schlacken, die bei den beiden Röstschmelzprozessen gefallen sind. Die ersteren enthalten nur wenig Kupferoxydul mit der Kieselerde verbunden; außerdem enthalten sie mehr oder weniger Steingranalien, im Allgemeinen ist aber ihr Kupfergehalt nicht bedeutend. Der Stein enthält stets wenigstens Spuren von Arsen, Antimon, Zinn und Nickel.

Die Schlacken von den beiden Röstschmelzprozessen enthalten 10 bis 12 Procent Kupferoxydul, so wie auch Körner von weißem und Metallstein. Diese Körner sind sehr rein und enthalten nur Spuren von Arsen, Antimon, Zinn und Nickel; die Schlacke selbst enthält im Zustande der Silicate eine oft bedeutende Menge von Nickel und Zinnoxyd.

Es ist ganz klar, daß diejenigen von den Röstschmelzschlacken, welche viel von diesen beiden Oxyden enthalten, separirt werden müssen.

Man wirft zuvörderst einige Schaufeln magerer Steinkohlen auf den Ofenherd, bringt alsdann die Erze ein und endlich die Schlacken. Das Gekrätz von den Röstschmelzen und von dem Gaarmachen wird zu gleicher Zeit mit den Kohlen chargirt. Man verschließt die Thüren und feuert bis zur vollständigen Schmelzung sehr lebhaft, worauf man alle Substanzen in einen Sandsumpf ablaufen läßt. Die Producte sind zahlreich, indem man erhält: eine sehr arme Schlacke, von welcher man alle Theile wegstürzen kann, die nicht Körner enthalten;

einen weißen, kupferreichen und sehr reinen Stein; eine Legirung von Kupfer und Zinn;

sehr unreines Schwarzkupfer.

Die hauptsächlichsten Reaction[illegible] [illegible]tehenden:



In dem Maaß, daß die Schlacken eine teigartige Schmelzung erleiden, lassen sie die Granalien fallen, die sich auf dem tiefsten Puncte der Herdsohle sammeln; es findet keine genaue Berührung zwischen dem Stein und den Schlacken statt, und es können daher die Sulfurete im Stein nur sehr wenig auf das Oxydul der Silicate einwirken. Wollte man den Prozeß ohne Zusatz von Kohle und kiesigen Erzen ausführen, so würde eine Vereinigung aller Granalien zu einer einzigen Steinmasse nicht erfolgen, sondern es würden die Schlacken noch viel Kupferoxydul enthalten.

Mit den kiesigen Erzen und der Kohle erhält man sehr arme Schlacken; das in dem Gekrätz enthaltene Kupferoxydul wird zuvörderst reduzirt und giebt metallisches Kupfer; alsdann werden das Kupferoxydul, so wie die Zinn- und Nickeloxyde in den Schlacken mit Kieselerde verbunden, und zum Theil durch die Kohle reduzirt, wodurch Kupfer, Zinn und etwas metallischer Nickel dargestellt werden; die Legirung fällt tropfenweis auf die Herdsohle, und zwar durch den Stein, der nicht Schwefel genug enthält, um diese Metalle zu absorbiren, und sich daher auf das Kupfer absetzt, welches von dem Gekrätz herrührt.

Die Schlacken absorbiren nach und nach die kiesigen Erze; die quarzige Gangart dient dazu, die Silicate weniger basisch zu machen und den Herd zu erhalten, der sonst sehr bald zerfressen werden würde.

Die beiden Metallsulfurete wirken auf das Kupferoxydul in der Schlacke und veranlassen die Production von metallischen und von Schwefelkupfer. Die Einwirkung dieses letztern ist sehr gering, weil die Kohle das Verhältniß des Kupferoxyduls schon sehr vermindert hat. Die Schlacke wird hauptsächlich durch Einwirkung des Schwefeleisens vollständig entkupfert; das Schwefelkupfer verbindet sich mit dem Theil der geschwefelten Erze, der noch nicht auf die Schlacke gewirkt hat, und bildet einen Stein, der eine gewisse Kupfermenge aufnimmt, die durch die Reaction des Sulfurets auf das Kupferoxydul reducirt worden ist.

Der Zuschlag der Erze veranlaßt daher, indem er die Entkupferung der Schlacke vollendet, Stein und metallisches Kupfer, die dem tiefsten Puncte der Herdsohle zufallen. Die Erze müssen auf den ganzen Umfang des Herdes chargirt werden, so daß das metallische Kupfer auf den langen Seiten des Herdes bleibt, und nicht durch die Legirung von Kupfer und Zinn geht, welche durch Einwirkung der Kohle bereits gebildet worden ist; es vereinigt sich mit dem Kupfer aus dem Gekrätz und bleibt auch durch seine etwas größere Dichtigkeit von der Legirung getrennt. Der Stein vereinigt sich mit dem weißen Stein, der durch die Schmelzung aller Granalien zuerst gebildet worden ist.

Nun geben diese Granalien an und für sich einen sehr reinen Stein, während der von der Reaction des Schwefeleisens herrührende durch seine innige Berührung mit dem metallischen Kupfer und mit der Legirung von Kupfer und Zinn vereinigt ist; er ist also ebenfalls sehr rein. Der definitive Stein kann nur sehr wenig Arsen, Antimon, Zinn und Nickel enthalten, die von den Granalien der Schlacke von blauem Stein herrühren; er muß daher reiner sein, als dieser blaue Stein selbst.

Der größte Theil des Zinnes und des Nickels, die in den eingebrachten Schlacken enthalten sind, gehen in die beiden Metallschichten über, die dem darüber befindlichen Stein noch etwas Arsen und Antimon nehmen.

Das Gelingen dieser sehr verwickelten Reactionen hängt viel von dem

Verhältniß der kiesigen Erze und von dem Vorhandensein von Kohle ab. Wendete man nur reine Kiese zum Entkupfern der Schlacke an, so würde ein gewisser Ueberschuß erforderlich sein, und es würde sich folglich nur ein Stein bilden, in dem ein Theil des Zinnes aus den Schlacken überginge. Der dargestellte Stein würde daher zu gleicher Zeit ärmer und unreiner, und würde nicht so sehr geeignet sein, ein besseres Kupfer zu geben; die Reinheit des Steines würde nur durch eine sehr unvollständige Entkupferung der Schlacken erlangt werden, und es könnte der Prozeß alsdann nicht hinreichend ökonomisch sein. Die Einwirkung der Kohle, welche der des Sulfurets vorangeht, ist daher sehr wesentlich; sie veranlaßt ein unreines Product, die Legirung des Kupfers und des Zinnes, die noch einen gewissen commerziellen Werth hat und deren Trennung die Darstellung eines reinen Steines mit sehr armen Schlacken, welche weggestürzt werden können, gestattet.

Die zu diesem Prozeß aufbewahrten kiesigen Erze müssen arm sein und eine quarzige Gangart haben. Der geringe Gehalt der Erze veranlaßt eine weit vollständigere Vertheilung der Sulfurete in den Schlacken, und es sind zu gleicher Zeit dieselben vom Beginn der Reaction der Sulfurete, weit kieseliger.

Die überschüssige Kieselerde verhindert zum Theil die Einwirkung des Sulfurets auf das Kupferoxyd, verhindert aber nicht die Einwirkung des Eisensulfurets, welches die hauptsächlichste und nützlichste ist. Der Ueberschuß der Kieselerde in den Silicaten widersetzt sich sehr wesentlich der Reduction der Zinn- und Nickeloxyde, welche von der Kohle nicht zersetzt worden sind. Er ist daher für die Reinheit des durch die Reactionen hergestellten Steines sehr wesentlich. Ein Ueberschuß der kiesigen Erze würde nachtheilig sein, indem er ein hinreichend großes Verhältniß von Schwefeleisen einführen würde, um in den zuletzt fallenden Stein die Legirung von Kupfer und Zinn, welche die Kohle veranlaßt hat, zurückgehen zu lassen.

Das Verhältniß der Kohle hat keinen großen Einfluß; die Zeit, während welcher sie wirkt, ist sehr beschränkt; der Ueberschuß kommt an die Oberfläche und kann alsdann nur eine unbedeutende Wirkung haben.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß es möglich ist, aus sehr reinem Stein Schlacken zu gewinnen, die ein wesentliches Verhältniß von nachtheiligen Substanzen enthalten. Mit geschickten Arbeitern kann man daher in dem Prozeß einen großen Theil von den Schlacken einbringen, die bei der Darstellung des gewöhnlichen weißen Steines aus den Erzen fallen. Die Geschicklichkeit der Arbeiter besteht ausschließlich in der Beschickung und in der Art des Chargirens der Materialien, die mit der Zusammensetzung der Schlacken verschieden sein muß; während des Betriebes selbst wird auf dem Herde gar nicht gearbeitet. Wir müssen es daher wiederholen, daß hier so wie bei fast allen Prozessen des englischen Kupferhüttenbetriebes die Geschicklichkeit und Sorgfalt der Arbeiter den größten Einfluß auf die Reinheit des Handelsproductes haben.

In der gedachten Hütte kann man die Menge der zum Umschmelzen gelangenden Schlacken auf 3000 Tonnen jährlich annehmen. Sie rühren fast in gleicher Menge von beiden Zweigen der Zugutemachung, den reinen und den gewöhnlichen Erzen her.

Brennmaterial. — Man verbrennt auf den Rosten ein Gemenge von 0,74 magerer und 0,26 fetter Steinkohle, wovon die Tonne 6,15 Frcs. kostet.

Arbeiterpersonal. — Jeder Ofen erfordert 2 Arbeiter und 1 Knaben; die beiden ersteren arbeiten in 12stündigen Schichten und wechseln wöchentlich mit den Tag- und den Nachtschichten; der Knabe arbeitet nur am Tage. Die Schmelzer erhalten 6,30 Frcs. für die Verarbeitung zweier Chargen, die gewöhnlich eine 12stündige Schicht beanspruchen; der Knabe erhält 1,08 Frcs. täglich.

Betrieb. — Die Zusammensetzung der Chargen ist folgende:

Schlacken von den Schmelzungen IV und A, sowie von dem Röstschmelzen α und β	1,718	Tonnen
Arme und quarzige kiesige Erze	0,166	„
Gekrätz	0,116	„
Sa.	2,000	Tonnen
Beigemengte Kohlen	0,090	„

Die Abnutzung des Herdes und der Wände kann bei jedem Prozeß mit 0,100 Tonnen repräsentirt werden.

Kohle und Gekrätz werden auf dem ganzen Herd ausgebreitet; die Erze werden hauptsächlich an den Rändern des Herdes aufgetragen, und zwar in nicht zu kleinen Stücken. Die Schlacken kommen in Faustgröße vor und werden mittels der Schaufel durch die Seitenthür eingetragen.

Sobald die Charge gemacht ist und die Thüren verschlossen sind, richtet der Arbeiter den Rost so vor, daß er auf dem Herde eine sehr hohe Temperatur hervorbringen kann, und schürt daher bis zum Abstich sehr lebhaft. Die Reactionen erfolgen ohne weitere Arbeit des Schmelzers, und alle Substanzen sind 5½ Stunden nach dem Chargiren gehörig geschmolzen.

Der Arbeiter öffnet alsdann das Stichloch und läßt alle Materialien aus dem Ofen abfließen; sie fallen in eine Sandform, in welcher sie in Folge ihrer Dichtigkeit getrennt bleiben; der Stein wird in geformten Stücken von 110 bis 130 Kilogrm. gewonnen. Darauf werden an dem Herde die nothwendigsten Reparaturen vorgenommen und es wird eine neue Charge eingebracht.

Man macht sehr leicht 22 Schmelzen in der Woche; Sonntags wird der Betrieb unterbrochen. Man benutzt diese Betriebsunterbrechung zur etwas vollständigeren Reparatur des Herdes und der Wände, als dieß während der Schichten möglich ist. In der Nacht vom Sonntag auf den Montag feuert einer von den beiden Arbeitern, und zwar der, welcher die Tagesschicht macht, den Ofen an und bringt ihn auf die Temperatur der lebhaften Rothgluth, zur Aufnahme der ersten Ladung, welche gegen 6 Uhr früh erfolgt.

Alle zwei Monate muß man den Ofen kalt legen, um den Herd, so wie die Futter der Wände, des Fuchses und des Rostraumes auszuwechseln. Die Dauer eines Ofens übersteigt gewöhnlich 2 Jahre nicht.

Man verbrennt bei dem Schlackenschmelzen sehr viel Steinkohlen, 3,60 Tonnen in 24 Stunden oder zur Verarbeitung von 4 Chargen, ohne das zum Anfeuern des Ofens jeden Montag erforderliche Material, so wie auch das zu rechnen, welches zum Abwärmen nach den Reparaturen erforderlich ist.

Producte. — Die Producte (S. Seite 170) haben mit der Beschaffenheit der verschmolzenen Schlacken eine sehr verschiedene Zusammensetzung, die auch außerdem noch je nach der Sorgfalt, die auf die Einmengung der

Kohlen, die Beschickung der Erze verwendet wird und nach der verschiedenen Beschaffenheit der Schlacken, Verschiedenheiten zeigt.

Die Reste von dem Herd und von dem Ziegelsteinfutter kommen zum Bronzesteinschmelzen der reinen Erze, oder zur Darstellung des weißen Steines bei der gewöhnlichen Arbeit.

Die Schlacken sind sehr flüssig, gut geschmolzen, von zuweilen krystallinischer Textur; es sind Eisenoxydul-Silicate, deren Zusammensetzung durchschnittlich die nachstehende ist:

Kieselerde	0,42
Eisenoxydul	0,53
Kalk-, Bitter- und Thonerde	0,03
Verschiedene Metalloxyde . .	0,03
	1,00.

Sie enthalten kein Kupferoxydul, sondern umschließen einige Körner; man zerschlägt sie mit dem Hammer, um die Theile abzuscheiden, welche Körner enthalten; diese gelangen alsdann zum Schmelzen auf Bronzestein.

Die weggestürzten Theile enthalten nicht mehr als 2 bis 3 Tausendtheile Kupfer und sind folglich ärmer, als die vom ersten Schmelzen.

Der Prozeß sucht daher den Metallverlust mehr zu vermindern, als zu vermehren.

Der Stein ist fast weiß, wenn der Prozeß als gut gelungen angesehen werden kann; er ist etwas braun und etwas weniger rein, wenn zu viel kiesige Erze zugeschlagen worden sind. Es sollen hier zwei von Herrn Leplay ausgeführte Analysen aufgeführt werden; die erstere ist die eines weißen Steins, der bei einem sehr guten Betriebe dargestellt worden ist; die zweite bezieht sich dagegen auf eine unter ungünstigen Umständen, bei zu viel kiesigen Erzen erfolgten Stein. Der erstere ist kupferreicher, der zweite enthält mehr Zinn, sowie merkliche Spuren von Arsen, Antimon und Nickel.

	Nr. 1.	Nr. 2.
Kupfer	0,746	0,621
Eisen	0,031	0,119
Nickel	Spuren	0,002
Zinn	0,003	0,018
Schwefel	0,202	0,228
Eingemengte Schlacken und Sand . . .	0,011	0,007
	0,993	0,995

Man kann annehmen, daß von dem Schlackenschmelzen jährlich etwa 300 Tonnen Stein erfolgen, dessen mittlerer Kupfergehalt 70 Procent beträgt. Es ist unmöglich, es mit hinreichender Annäherung anzugeben, aus welcher Erzmenge die zu Gute gemachten Schlacken herrühren. Jedoch läßt sich zur Zurückführung der Specialkosten auf 1 Tonne Erz annehmen, daß die 300 Tonnen Stein aus 10,000 Tonnen verschiedener, reiner und gewöhnlicher Erze gewonnen worden sind, welches 0,03 Schlackenstein für 1 Erz giebt.

Der Stein gelangt zu zwei Röstschmelzungen α und β, und giebt Metallstein, der mit den Metallsteiner [illegible] arbeitung reiner Erze zu

Gute gemacht wird. Man gewinnt etwa 150 Tonnen sehr reinen Metallstein aus 300 Tonnen Schlackenstein.

Die Legirung von Kupfer und Zinn, welche sich in dünnen Platten unter dem Stein sammelt, ist weiß, hart und spröde; sie enthält stets eine gewisse Menge Arsen, Antimon, Eisen und Nickel. Herr Leplay hat die folgende Zusammensetzung in einem Stück gefunden:

Kupfer	0,662
Eisen und Nickel . . .	0,027
Zinn	0,284
Arsen und Antimon . .	0,020
Schwefel	Spuren.
	0,993

Das sehr unreine Schwarzkupfer findet sich gewöhnlich in sehr dünnen Blättchen auf dem Boden des Abstichkanals; es hat eine mehr oder weniger röthliche Bronzefarbe, es ist weniger hart und weniger spröde, als die Legirung; seine Zusammensetzung ist nach dem Verhältniß, unter dem es producirt, sehr verschiedenartig; das Nachstehende ist die Analyse eines Stückes von röthlicher Farbe, die von Herrn Leplay angestellt worden ist:

Kupfer	0,865
Eisen und Nickel . .	0,032
Antimon, Zinn, Arsen	0,025
Schwefel	0,069
	0,991

Diese beiden unreinen Producte bilden etwa 10 Procent von dem producirten Stein. Der jährliche Betrieb giebt einige 30 Tonnen. Die Legirung wird an die Bronzefabrikanten verkauft und das Schwarzkupfer kommt zum Röstschmelzen V.

Haushaltsverhältnisse. — Die Specialkosten des Schlackenschmelzens auf eine Tonne der zu Gute gemachten kupfrigen Materialien, der armen Erze und der Schlacken zurückgeführt, können wie folgt bestimmt werden:

Arbeitslöhne, 0,392 Schichten	1,725 Frcs.
Brennmaterial, 0,566 Tonnen, à 6,15 Frcs.	3,480 „
Gezähe, Reparaturen, diverse Kosten . . .	0,630 „
	5,835 Frcs.

Um diese Kosten auf die Tonne Erz zurückzuführen, müssen wir uns auf die weiter oben aufgestellte Hypothese beziehen, daß die 3000 Tonnen Schlacken bei der Zugutemachung von 10,000 Tonnen Erz gefallen sind, und die armen Erze, die zum Schmelzen gelangt sind, berücksichtigen. Man muß die vorhergehenden Zahlen mit dem Coefficienten 0,383 multipliciren.

Arbeitslöhne, 0,15 Schichten	0,661 Frcs.
Brennmaterial, 0,217 Tonnen	1,332 „
Gezähe, Reparaturen, diverse Kosten . . .	0,241 „
Summa	2,234 Frcs.

Endlich muß man auch noch die Kohlen der beiden Röstschmelzprocesse berechnen, denen der Stein unterworfen werden muß, um sie auf die Tonne Erz zurückzuführen.

Arbeitslöhne, 0,0326 Schichten	0,094	Frcs.
Brennmaterial, 0,034 Tonnen	0,209	„
Gezähe und verschiedene Kosten, 0,035 . .	0,035	„
Werkzeuge und diverse Kosten	0,035	„
Summa	0,378	Frcs.

Fünfter Prozeß. — Röstschmelzen V. — Es müssen dem Röstschmelzen unterworfen werden:

1) weißer Stein, dargestellt bei der Verarbeitung von 16,017 Tonnen gewöhnlicher Erze	3100	Tonnen
2) Regulusstein von 5,045 Tonnen reiner Erze . .	396	„
3) Regulusstein aus den Schlacken	150	„
4) Regulusstein von der Verarbeitung von 2,522 Tonnen sehr unreiner Erze	120	„
5) Sehr unreines Schwarzkupfer von der Verarbeitung der Schlacken und der unreinen Erze	35	„
Summa	3801	Tonnen.

Der Prozeß wird verschieden mit dem weißen und mit dem Metallstein geführt; mit letzteren braucht man nur ein ähnliches Röstschmelzen auszuführen, als das weiter oben unter β beschriebene. Bei dem Metallstein der sehr unreinen Erze kann man folglich nur auf eine geringe Reinigung hoffen und wenn das Verhältniß der schädlichen Substanzen zufällig ein sehr starkes ist, so muß man das künstliche Mittel, von dem weiter oben bei der allgemeinen Beschreibung die Rede war, benutzen. Man muß alsdann den Metallstein auf kiesige Erze abstechen, die ganz frei von Gangarten, Arsen und Antimon sind, um in den noch unreinen Stein eine möglichst große Menge Schwefeleisen einzuführen und um ein verlängertes Röstschmelzen darauf anwenden zu können. Wir glauben nicht, daß dieser Kunstgriff in den englischen Hütten schon angewendet worden ist; man zieht es vor, in den Röstschmelzöfen eine große Menge reicher und reiner Erze zu gleicher Zeit mit dem Metallstein einzuführen. Der Röstschmelzprozeß wird alsdann, wie bei dem weißen Stein der gewöhnlichen Arbeit ausgeführt. Bei dem unreinen Schwarzkupfer ist ein Zuschlag von geschwefelten Erzen ebenfalls nothwendig. Dagegen ist der weiße Stein, der bis dem vierten Prozeß der gewöhnlichen Arbeit dargestellt wird, noch sehr eisen- und schwefelhaltig; man sucht mit demselben in einem einzigen Prozeß die Reinigung vorzunehmen, welche in den beiden besondern Fällen reiner und sehr unreiner Erze wirklich drei besondere Röstschmelzungen veranlaßt.

Wir wollen den Prozeß nur für den weißen Stein beschreiben und für den Metallstein die Kosten auf eine Tonne Erz zurückgeführt angeben.

Der weiße Stein wird in Stücken von dem bedeutenden Gewicht von 145—150 Kilogrm. in den Sandformen erhalten; er ist stets auf drei Seiten von einer mehr oder weniger starken Rinde des Formsandes umgeben.

Brennmaterial. — Man verbrennt auf den Rosten ein Gemenge von 0,30 fetter und 0,70 magerer Steinkohle, wovon die Tonne 6,23 Frcs. kostet.

Arbeiterpersonal. — Zum Betriebe zweier Röstschmelzöfen sind in 24 Stunden nur zwei Arbeiter erforderlich, da [illegible] des größten Theils des Prozesses gar nicht auf dem Herde gear[illegible] und der Schmelzer

daher nur mit der Besorgung des Rostes beschäftigt ist. Zum Transport und zum Chargiren, Arbeiten, die wegen des bedeutenden Gewichts der Steinmassen sehr mühselig sind, wird der Schmelzer durch zwei Tagelöhner unterstützt. Die beiden Schmelzer erhalten jeder in der Woche für sieben zwölfstündige Schichten 36 Frcs.

Betrieb. — Der Betrieb beginnt gewöhnlich 6 Uhr Morgens; der vorhergehende Abstich muß beendet und der Herd mit Sand und Thon reparirt worden sein. Das Chargiren wird durch die Seitenthür bewirkt und erfordert die Arbeit von vier Menschen; eine Charge besteht aus 3,70 Tonnen und es ist zu ihrer Einbringung und zweckmäßigen Anordnung auf dem Herde fast eine Stunde erforderlich.

Der Ofen ist alsdann sehr abgekühlt; man verschließt die Thüren, verstreicht deren Fugen und der Schmelzer richtet seinen Rost der Art vor, daß die Temperatur der Charge nur langsam steigt. Er öffnet das Luftloch in der Ecke der Brücke nur dann, wenn die Steinstücke in der Nachbarschaft des Rostes eine dunkle Rothglühhitze erlangt haben.

Die Schmelzung muß mehr oder weniger langsam geführt werden, welches von der Beschaffenheit des Steins abhängt; je unreiner derselbe ist, je länger muß die Oxydationsperiode bei niedriger Temperatur dauern. Unter mittlern Verhältnissen muß der ganze chargirte Stein sechs Stunden nach vollendetem Chargiren fast flüssig sein und er muß die Temperatur einer lebhaften Rothgluth erlangt haben.

In diesem Augenblick beginnt die erste Abkühlung, während welcher die wichtigen Reactionen statt finden, die in der allgemeinen Auseinandersetzung des Verfahrens beschrieben worden sind.

Um 6 Uhr Abends sind die Ofenwände und die Materialien bis unter die dunkle Rothglühhitze abgekühlt und es beginnt die zweite Oxydationsperiode; man erhitzt den Ofen nach und nach wieder der Art, daß der Stein von Neuem in eine halb teigige und halb flüssige Schmelzung gelangt, welches gegen Mitternacht erfolgt. Bald darauf müssen die wirksamen Reactionen fast beendigt sein; man giebt eine längere starke Hitze, so daß sich die Schlacken zweckmäßig von dem Kupfer trennen können. Diese stärkere Feuerung dauert bis 5 Uhr Morgens. Die Schlacken werden alsdann mit einer Kratze durch die Thür unter dem Fuchs abgezogen und man sticht das Kupfer in einen Sumpf ab. Es wird nun die Herdsohle möglichst wieder hergestellt, welches nach jedem Prozeß geschehen muß und man beginnt eine neue Ladung.

Man verbrennt in einem Ofen in 24 Stunden etwa zwei Tonnen Steinkohlen.

Sonntags wird der Betrieb nicht unterbrochen und Unterbrechungen wegen Reparaturen kommen selten vor; man rechnet daher auf mehr als 340 Betriebstage im Jahre. Der Herd ist derjenige Theil des Ofens, der am schnellsten angegriffen wird, allein man kann ihn leicht repariren, ohne daß dadurch eine wesentliche Betriebsunterbrechung statt findet, indem man die Vertiefungen, die bei jedem Prozeß entstehen, mit Sand und Thon wieder ausgleicht.

Von vier Röstschmelzöfen dienen drei zum weißen Stein, so wie auch zum Regulus oder Metallstein und zu dem Schwarzkupfer aus unreinen Erzen. Diese letzteren Producte werden im Allgemeinen gegen das Ende der Campagne eines jeden Ofens verarbeitet. Der vierte Ofen wird für

den Regulusstein von den reinen Erzen und von den Schlacken aufbewahrt und ist nur einen Theil des Jahres im Betriebe.

Producte. — Das Röstschmelzen des weißen Steins giebt drei Producte:

Die Reste vom Herd und Ofenwänden, Rohkupfer und Schlacken.

Der Herd und die Ziegelsteine gelangen zur Darstellung des weißen Steins; es fallen nicht viel von diesen Resten, weil die Reparaturen nicht häufig vorfallen.

Das Kupfer wird in Blöcken von 40—50 Kilogrm. geformt; es ist sehr schlecht geschmolzen oder enthält vielmehr eine Menge von Vertiefungen; auf dem frischen Bruche hat es eine dunkelrothe Farbe, allein die Oberfläche der Vertiefungen zeigt viele gelbe oder braune Flecken. Es enthält 97—99 Proc. Kupfer, je nach der Reinheit des zu Gute gemachten Steins.

Die 3100 Tonnen weißer Stein geben etwa 1800 Tonnen Kupfer, d. h. 0,115 rohes Kupfer für ein Erz.

Die Schlacke ist schwarzbraun, etwas blasig und widersteht dem Stoß sehr gut; sie enthält ein sehr bedeutendes Verhältniß von Kupferoxydul in Verbindung mit Kieselerde und Granalien von allen Dimensionen, und ihr Kupfergehalt beträgt oft 15 oder 16 Proc. Sie enthält fast stets eine gewisse Menge von Zinn und Nickeloxyden und sie muß bei dem Schmelzen auf Bronzestein wieder benutzt werden.

Haushaltsverhältnisse. — Die Specialkosten des Röstschmelzens auf weißen Stein, auf eine Tonne Stein zurückgeführt, sind die folgenden:

Arbeitslöhne, 0,406 Schichten	1,750	Frcs.
Brennmaterial, 0,594 Tonnen, à 6,23 Frcs.	3,700	„
Gezähe, Sand, diverse Kosten	0,387	„
Summa	5,837	Frcs.

Um diese Kosten auf eine Tonne Erz zurückzuführen, muß man diese Zahl mit dem Coefficienten 0,193 multipliciren, indem derselbe das Ausbringen der Erze auf weißen Stein bezeichnet:

Arbeitslöhne, 0,078 Schichten	0,338	Frcs.
Brennmaterial, 0,115 Tonnen	0,714	„
Gezähe, Sand, diverse Kosten	0,075	„
Summa	1,127	Frcs.

Röstschmelzen des Regulussteins und des Schwarzkupfers, die von der Zugutemachung unreiner Erze herrühren. — Um ein Kupfer von mittelmäßiger Güte darzustellen, welches aber rein genug ist, um leicht verkauft werden zu können, ist ein Zuschlag von einer gewissen Menge geschwefelter Erze nothwendig. Dieses Verhältniß ist nach dem Grade der Unreinheit des Steins oder des Schwarzkupfers, so wie nach der Menge geschwefelter Erze, die eine Hütte ankaufen kann, verschieden. Wir wollen hier 8 Proc. annehmen. Der Prozeß wird wie bei dem auf weißen Stein geführt und die Kosten, auf die Tonne der verarbeiteten kupferhaltigen Materialien zurückgeführt, sind fast dieselben. Um die Specialkosten auf eine Tonne Erz zu erlangen, muß man die oben mitgetheilten Zahlen durch 0,13 multipli[illegible] [illegible] dieser Coefficient unter

Berücksichtigung der zugeschlagenen Erze und des Verhältnisses 0,05 des aus den unreinen Erzen gewonnenen Regulussteins berechnet.

Arbeitslöhne, 0,053 Schichten	0,227 Frcs.
Brennmaterial, 0,077 Tonnen	0,481 „
Gezähe, diverse Kosten	0,050 „
Summa	0,758 Frcs.

Man erhält 105 Tonnen Rohkupfer, d. h. 0,041 für ein Erz der zu Gute gemachten Erze.

Röstschmelzen des Regulussteins der bei reinen Erzen und bei dem Schlackenschmelzen dargestellt ist. — Dieser Stein wird gewöhnlich einem schnellen Röstschmelzen unterworfen, ähnlich dem β, welches S. 168 beschrieben worden ist. Um die Specialkosten auf die Tonne reiner Erze zurückgeführt zu erhalten, muß man die gegebenen Zahlen bei dem Prozeß β mit dem Coefficienten 0,0936, d. h. mit der Summe der beiden Zahlen multipliciren, die in den oben angenommenen Hypothesen die Verhältnisse darstellen, unter welchen der Regulusstein gewonnen worden ist.

Arbeitslöhne, 0,047 Schichten	0,140 Frcs.
Brennmaterial, 0,044 Tonnen	0,272 „
Gezähe, diverse Kosten	0,046 „
Summa	0,458 Frcs.

Die 546 Tonnen des Regulussteins geben 180 Tonnen Rohkupfer, d. h. 0,075 Rohkupfer für ein reines Erz.

Ein Theil der dem besondern Schlackenschmelzen übergebenen Schlacken, fällt bei der Zugutemachung gewöhnlicher Erze; man müßte daher die Kosten des Röstschmelzens des Regulussteins der dabei erfolgt, berechnen. Es würden aber die auf eine Tonne Erz zurückgeführten Kosten so gering sein, daß sie bei den vorliegenden, annähernden Bestimmungen unberücksichtigt bleiben können.

Letzter Prozeß. — VI. Gaarmachen und Raffiniren des Rohkupfers. — Das Rohkupfer von verschiedener Beschaffenheit wird jedes für sich gaar gemacht, allein es ist das Verfahren für alle fast gleich. Das Gaarmachen besteht aus zwei Perioden: langsames Einschmelzen in einer etwas oxydirenden Atmosphäre; Reinigung durch Kupferoxydul, welches auf der Oberfläche des geschmolzenen Metalles durch den Ueberschuß von Sauerstoff in den Flammen gebildet wird.

Durch das Gaarmachen kann man dem Rohkupfer Eisen und Schwefel leicht nehmen, dagegen aber nur ein geringes Verhältniß von Arsen und Antimon entfernen. Nickel und Zinn können dabei nur in geringen Mengen verschlackt werden. Das Raffiniren kann kein anderes Resultat gewähren, als die Zersetzung des Kupferoxyduls ohne wesentliche Production von Carburet.

Die Qualität des erlangten Handelsproductes hängt daher fast gänzlich von der Reinheit des Rohkupfers ab, und ist demnach eine Folge von der Beschaffenheit der Erze und der Art und Weise der Zugutemachung. Diese Rücksichten erklären die Wichtigkeit, welche die Hütten darauf legen, daß von Erzen verschiedener Reinheit herrührende Rohkupfer für das Gaarmachen zu trennen, und selbst nicht einmal Kupfer von reinen Erzen in

Oefen gaar zu machen, welche schon zum Gaarmachen unreinen Kupfers benutzt worden sind. Herd und Wände nehmen beim Gaarmachen stets Kupfer auf und es könnte von demselben ein Theil in das reinere Metall übergehen und nachtheilig auf dasselbe einwirken.

Die Charge ist stets sehr bedeutend; wir nehmen hier 10 Tonnen an, ein Gewicht, welches den in den Figg. 5 und 6, Taf. II im senkrechten und horizontalen Durchschnitt abgebildeten Gaarmach= und Raffinirofen entspricht.

Brennmaterial. — Das zu diesem Prozeß angewendete Brennmaterial ist von guter Beschaffenheit, denn es muß damit eine bedeutende Gewichtsmenge sehr schnell eingeschmolzen und eine sehr hohe Temperatur erhalten werden; es dürfen die Kohlen nicht zu klein und auch nicht staubig sein. Die Flammen müssen bis zum Fuchs sehr lebhaft selbst dann sein, wenn das Schürloch mit Steinkohlen vollständig geschlossen ist. Man benutzt ein Gemenge von 0,30 fetten und 0,70 anthracitartigen Steinkohlen, von denen auf der Hütte die Tonne 6,23 Frcs. kostet.

Man verbraucht beim Raffiniren als Reductionsmittel für das Kupferoxydul eine gewisse Menge Holzkohle oder sehr reinen Anthracit.

Zum Aufkochen des geschmolzenen Metalles, zum sogenannten Polen, sind eine oder mehre Stangen von grünem Holz erforderlich. Die Tonne Holzkohlen kostet 75—80 Frcs., der Anthracit aber nur 15 Frcs. Grüne Holzstangen kosten die Tonne 38 Frcs.

Arbeiterpersonal. — Die beiden Oefen der Hütte werden von einem Meister, zwei Gaarmachern, welche auch die Feuerung besorgen und von zwei Knaben betrieben. Beim Chargiren und beim Abstechen sind acht Hülfsarbeiter erforderlich, welche gewöhnlich von den Erz= und Steinröstern genommen werden.

Der Meister erhält in der Schicht 6,25 Frcs. an Lohn; seine Gehülfen 2,50 Frcs. jeder und die Knaben 1,08 Frcs. Die Hülfsarbeiter werden für die wirklich verbrachte Arbeitszeit bezahlt. Wenn beide Raffiniröfen zu gleicher Zeit im Betriebe stehen und man an einem Tage zwei Chargen und zwei Abstiche macht, so erhalten diese Arbeiter für eine ganze Schicht 3,50 Frcs. jeder; ist aber nur ein einziger Ofen im Betriebe, so erhalten sie nur die Hälfte, d. h. 1,75 Frcs.

Betrieb. — Nachdem der Abstich der vorhergehenden Charge beendigt worden ist, untersucht der Meister das Innere des Ofens mit Sorgfalt; er verschließt mit Sand und Thon die Löcher, welche fast nach jedem Prozeß auf dem Umfange der Herdsohle und in den Wänden entstanden sind; er rectificirt auch die Neigung, welches der Herd nach dem innern Becken des Ofens haben muß. Er überwacht alsdann die Charge, so daß die Rohkupferblöcke so schnell als möglich auf den Herd gebracht und auf denselben der Art gelegt werden, daß die Flammen mit Leichtigkeit alle Theile des Herdes durchströmen und alle Blöcke erreichen können.

Es sind zu diesem erstern Theil des Prozesses, d. h. zu den Reparaturen des Herdes und zum Chargiren des Kupfers nicht weniger als drei Stunden erforderlich. Ist das Chargiren vollendet, so verschließt man alle Thüren, verstreicht ihre Fugen und schürt sehr lebhaft, um den sehr erkalteten Ofen wiederum in eine sehr hohe Temperatur zu bringen. Etwa drei Stunden nach Vollendung des Chargirens sind die Kupferblöcke rothglühend und fangen nun an zu schmelzen.

Das Einschmelzen muß um so langsamer bewirkt werden, je unreiner das Kupfer ist; es ist bei dem Rohkupfer von der Verarbeitung der reinen Erze nach zehn Stunden vollendet; bei dem von sehr unreinen Erzen herrührenden Kupfer verlängert man das Einschmelzen auf 12—14 Stunden.

Während dieser ganzen Periode steigert der Heizer das Feuer nur mäßig; er regulirt den Zug durch den Rost und zu gleicher Zeit den zur Oxydation erforderlichen Ueberschuß der Luft, indem er auf den obern Theil der Kohlenmasse, welche die Schüröffnung verschließt, eine mehr oder weniger große Oeffnung läßt.

Ist nun alles Kupfer in vollständigem Fluß, so beginnt die Periode der Verschlackung, während welcher etwas lebhafter geschürt und die Flammen oxydirender gehalten werden muß.

Man macht nun die erste Schäumung oder den ersten Schlackenabhub, wenn sie die ganze Oberfläche des flüssigen Metalls bedecken; es erfolgt dieß gewöhnlich vier Stunden nach der vollständigen Schmelzung. Die Schlacken werden mit einer Kratze durch die Thür unter dem Fuchs herausgezogen.

In diesem Moment muß der Meister aufmerksam auf den Prozeß sein; das Ansehen der Schlacken muß ihm ein Zeichen gewähren, ob die Verschlackungsperiode noch verlängert werden muß. Scheint ihm der Prozeß hinlänglich weit vorgeschritten, so überzeugt er sich von der Beschaffenheit des Kupfers dadurch, daß er mit einer kleinen Kelle von 0,05 Met. Durchmesser und 0,02 Met. Tiefe Proben ausschöpft.

Jede Probe wird langsam abgekühlt, erhält mit einem Meißel einen Hieb, der auf $\frac{1}{3}$ ihrer Dicke eindringt, wird alsdann in den Schraubstock eingespannt und zerbrochen. Der Meister erkennt das Ende des Gaarmachens an der sehr lebhaften rothen Farbe, welche die Oberfläche während der langsamen Abkühlung gleichförmig erlangt, so wie auch an der körnigen Textur und an der rothen Farbe des Bruches. Es sind dieß die characteristischen Kennzeichen, daß in dem Kupfer eine hinreichende Menge Oxydul aufgelöst ist.

Sobald dieser Punct erreicht worden, schreitet der Meister zum Raffiniren; er läßt stark einschüren und das Schürloch gänzlich verschließen. Die Oeffnungen in dem Klinker müssen groß genug und in hinreichender Anzahl vorhanden sein, so daß die lebhafte Flamme bis zum Fuchs reicht und zu gleicher Zeit nur einen sehr geringen Ueberschuß an Luft enthält.

Durch die Thür unter den Fuchs wirft der Meister fünf bis sechs Schaufeln von Holzkohlen auf die Oberfläche des Kupfers, wenn man reine Sorten gaar macht, und kleine Stückchen Anthracit, wenn man Kupfer von gewöhnlicher oder geringer Beschaffenheit verarbeitet. Der Meister steckt eine Stange von grünem Holz in das flüssige Kupfer, er pohlt dasselbe, wodurch ein starkes Aufkochen bewirkt wird und läßt die Reductionsmittel während einer sehr kurzen Zeit, die mit dem Ueberschuß des Oxyduls in dem Kupfer, welches die ersten Proben nachgewiesen haben, veränderlich ist, wirken. Im Allgemeinen sind 20—25 Minuten zu der Reduction hinreichend. Es wird darauf die Stange heraus und eine Probe genommen.

Da sich die chemische Beschaffenheit des Kupfers mit einer sehr großen Geschwindigkeit verändert und da der Meister mit Genauigkeit den Augenblick beobachten muß, in welchem das Kupferoxydul gänzlich reducirt ist, ohne daß Kupfercarburet entsteht, so müssen die Proben von Minute zu

Minute genommen werden. Der Meister taucht eine eiserne Stange von 0,015 Met. Dicke in das flüssige Kupfer, kühlt sie plötzlich in Wasser ab und giebt den dabei mit herausgenommenen Stück Kupfer einen Hieb mit dem Meißel und zerbricht es im Schraubstock. Aus der Textur und der Farbe des Bruchs der Probe muß der Meister den Gang des Prozesses erkennen. So lange die Textur körnig und die Farbe röther ist, als die dem reinen Kupfer eigenthümliche, enthält es noch etwas Oxydul; es muß alsdann Holzkohle eingebracht oder wieder gepohlt werden.

Der zweckmäßige Zeitpunct für den Abstich ist erreicht, wenn die etwas seidenartige Textur und die rosenrothe Farbe des Bruchs die fast vollständige Reduction des Oxyduls und die Reinheit des Kupfers zeigen.

Die Reduction ist zu weit getrieben und der zweckmäßige Zeitpunct für den Abstich vorübergegangen, wenn die Textur körnig und faserig zu gleicher Zeit und die Farbe gelblich geworden ist. Aus diesen Kennzeichen kann der Gaarmacher erkennen, daß das Kupfer Kohlenstoff enthält. In diesem Fall muß die Kohle von der Oberfläche des flüssigen Metalles und es muß auch Steinkohle aus dem Schürloch genommen werden, damit die Flammen oxydirend wirken können.

Der Gaarmacher verfolgt durch Proben das Fortschreiten dieser neuen Oxydation, und beginnt den Abstich sobald das Kupfer eine seidenartige Textur und eine rosenrothe Farbe, Zeichen seiner Reinheit, erlangt hat.

Da der Abstich eine lange Zeit beansprucht, so müssen sehr bedeutende Vorsichtsmaßregeln getroffen werden, um den flüssigen und den chemisch reinen Zustand des Kupfers zu erhalten.

Der Ofen kann leicht durch ein starkes Einschüren von Brennmaterial auf den Rost in der zweckmäßigen Temperatur erhalten werden; die Abkühlung durch die Thür am Ende des Ofen hat keinen großen Einfluß, da die kalte Luft direct von der Thür in die Esse strömt. Der Zug durch den Rost ist nur vermindert, allein man kann ihn seine Kraft zur sehr schnellen Wiedererhitzung des Metalles dadurch geben, indem man von Zeit zu Zeit die Arbeitsthür einige Minuten lang verschließt. Es ist dagegen sehr schwierig, das Kupfer chemisch rein zu erhalten; man kann dahin nur durch eine Ausgleichung zweier entgegengesetzter Wirkungen gelangen: durch die oxydirende Wirkung der Flamme und der Arbeitsthür und durch die reducirende Einwirkung der auf der Oberfläche des Metalles zurückgelassenen Kohle. Wie groß auch die Geschicklichkeit des Gaarmachermeisters sein mag, so ist er doch nicht im Stande, diese einander entgegengesetzten Wirkungen mehre Stunden lang zu erhalten; er muß daher von Zeit zu Zeit Proben nehmen, sich von dem Zustande des Kupfers überzeugen und es auf den passenden Punct zurückführen, wenn eine von den Wirkungen vorherrschend geworden ist, d. h. wenn das Kupfer Oxydul oder Carburet aufgelöst enthält.

Der Abstich besteht in einem Ausschöpfen mit Kellen; vier Arbeiter kommen nach einander zu dem Ofen, füllen ihre Kellen und gießen den Inhalt in Formen, welche in der Nähe angebracht sind, aus. Nach einer halben Stunde werden sie von vier andern Arbeitern abgelöst und so fort bis zum Ende der Arbeit.

Das Ausschöpfen einer Charge v[illegible]en beansprucht 1½ bis 3 Stunden, je nachdem man ununterb[illegible]tfahren, oder

sie unterbrechen muß, um das Kupfer auf den zweckmäßigen Grad der Reinheit zurückzuführen.

Der ganze Prozeß des Gaarmachens ist bei der Verarbeitung von reinem oder gewöhnlichem Kupfer nach 23 Stunden beendigt; muß aber sehr unreines Kupfer gaar gemacht werden, so sind 24 — 25 Stunden erforderlich. Bei dem Gaarmachen des unreinen Kupfers kommt der Meister oft in große Verlegenheit, um das Ende der beiden Wirkungen, des Gaarmachens und des Raffinirens aufzufassen; Arsen, Antimon und Zinn geben dem Kupfer eine gelbere Farbe und verhindern die Annahme der seidenartigen Textur, die bei dem reinen Kupfer das beste Kennzeichen der Reinheit ist. Ueber die Benutzung des Bleies beim Gaarmachen sehr unreinen Kupfers ist schon weiter oben bei den allgemeinen Bemerkungen über das englische Verfahren geredet, so daß hier nichts weiter hinzuzufügen nöthig ist.

Man verbrennt in 24 Stunden 3,24 Tonnen Steinkohlen, allein in der Wirklichkeit ist der Verbrauch weit stärker. Der Betrieb wird Sonntags unterbrochen und es muß der Ofen Montag früh vor der ersten Charge wieder angefeuert werden, auch kommt dasselbe bei den häufigen Reparaturen vor, nach denen man zum Abwärmen und Anfeuern ebenfalls viele Steinkohlen verbrennt. Nach drei Monaten müssen die Wände, die Feuerbrücke, der Herd, das Gewölbe und der Fuchs gänzlich ausgewechselt werden. Der Herd kann eine längere Zeit dauern, wenn der Gaarmacher dahin sieht, ihn nach jenen Prozeß sorgfältig auszubessern.

Producte. — Die Ofenreste sind stets kupferhaltig und kommen zu den Steinschmelzprozessen.

Die beiden Hauptproducte sind Krätz oder Schlacken und verkäufliches Kupfer.

Die Schlacken sind schlecht geflossen, blasig und enthalten gewöhnlich Bruchstücken von dem Herd und den Wänden. Sie bestehen hauptsächlich aus Kupferoxydulsilicat und enthalten mehr als 40 Proc. Kieselerde und 36 — 40 Proc. Oxydul; sie enthalten ein veränderliches Verhältniß von Zinn-, Eisen- und Nickeloxyd, außerdem aber noch sehr zahlreiche Körner von metallischem Kupfer.

Es kommen diese Schlacken je nach dem Grade ihrer Reinheit zu dem Schmelzen auf weißen Stein IV oder zum Schmelzen auf blauen Stein bei unreinen Erzen.

Man erhält aus dem zur Verarbeitung kommenden Rohkupfer 84 Proc. Kupfer in Blöcken, die im Handel in mehre Arten zerfallen. Man bezeichnet mit best selested copper (bestes Kupfer), das aus dem Regulusstein aus den Schlacken und aus sehr reinen Erzen dargestellte Kupfer; das aus den Schlacken erhaltene ist gewöhnlich das beste.

Bei der Verarbeitung gewöhnlicher Erze gewinnt man zwei verschiedene Sorten, je nachdem die Erze mehr oder weniger rein sind; man bezeichnet sie mit der Benennung tough copper (zähes Kupfer).

Bei der Zugutemachung unreiner Erze gewinnt man ebenfalls zwei Sorten, die man mit der Benennung tile copper (Ziegelkupfer) bezeichnet.

Der Unterschied zwischen dem Verkaufspreise der besten und der gewöhnlichsten Sorte Kupfer ist sehr bedeutend. Nach dem Metallmarktsbericht von London, Ende Juli 1859, sind die Preise per ton folgende:

Best selested	110 Livre	Sterling.
Tough cake	107 „	10 St.
Tile	107 „	10 „

In der hier als Beispiel angenommenen Hütte sind die jährlichen Productionsmengen folgende:

1) Von der Verarbeitung der gewöhnlichen Erze	1512 T.	Kupfer.
2) Von der Verarbeitung reiner Erze . . .	320	„
3) Von der Verarbeitung unreiner Erze . . .	88	„
Summa	1920 T.	Kupfer.

Man erhält daher aus 1 Gewichtstheil Erz im Durchschnitt 0,081 Kupfer.

Betrachtet man nun die verschiedenen Erzsorten für sich, so gelangt man zu dem folgenden Ausbringen:

Gewöhnliche Erze	0,0966.
Reine Erze	0,0635.
Unreine Erze	0,0340.

Es muß aber hier bemerkt werden, daß ein Theil der reinen Erze als Zuschlag bei der Zugutemachung der gewöhnlichen und unreinen verwendet werden muß; das erwähnte Ausbringen bezieht sich blos auf die Erze, welche bei der besondern Zugutemachung sehr reiner Erze verwendet werden.

Die reinen und unreinen Erze, welche in den englischen Hütten zu Gute gemacht werden, sind im Allgemeinen weit reicher als hier angenommen worden ist. Auch ist hier die weitere Annahme gemacht, daß die drei Erzsorten gleiche Menge an Bronzestein anbringen, indem dieß zu Vereinfachung der Arbeit nothwendig war.

Haushaltsverhältnisse. — Die Specialkosten des Gaarmachens, auf die Tonne Rohkupfer zurückgeführt, lassen sich auf folgende Weise bestimmen:

Arbeitslöhne, 1 Schicht	3,140 Frcs.
Brennmaterial, 0,427 Tonnen . .	2,660 „
Anthracit, 0,060 Tonnen . . .	0,905 „
Holz, 0,023 Tonnen	0,862 „
Summa	7,567 Frcs.

Bei dem Gaarmachen des besten Kupfers verwendet man noch in mehren Hütten Holzkohlen statt Anthracit. Man verbraucht davon fast dieselbe Gewichtsmenge und es werden dadurch die Kosten etwas erhöht; man muß daher 4,80 Frcs. statt 0,905 Frcs. annehmen.

Specialkosten für das Gaarmachen und Raffiniren auf die Tonne Erz zurückgeführt. — Man erhält sie, wenn man die vorhergehenden Zahlen durch die weiter oben angegebenen Verhältnisse des Rohkupfers zu den Erzen multiplicirt:

Für die gewöhnliche Arbeit	0,115.
Für reine Erze	0,075.
Für unreine Erze	0,041.



	Gewöhnliche Erze.		Reine Erze.		Unreine Erze.	
Arbeitslöhne	0,115 Sch.	0,361 Fr.	0,075 Sch.	0,235 Fr.	0,041 Sch.	0,129 Fr.
Brennmaterial	0,049 T.	0,306 „	0,032 T.	0,199 „	0,0175 T.	0,109 „
Anthracit	0,0069 „	0,103 „	—	—	0,0025 „	0,037 „
Holzkohlen	—	—	0,0045 „	0,360 „	—	—
Holz	0,0026 „	0,100 „	0,0017 „	0,065 „	0,0009 „	0,030 „
Gezähe u. Diversa		0,099 „		0,064 „		0,029 „
Summa		0,969 Fr.		0,923 Fr.		0,334 Fr.

Tabelle über die Special- oder Hüttenkosten für eine Tonne Erz in den drei angenommenen Fällen.

	Gewöhnliche Erze.		Reine Erze.		Unreine Erze.	
Arbeitslöhne	1,844 Sch.	6,972 Fr.	2,064 Sch.	7,085 Fr.	1,685 Sch.	5,848 Fr.
Brennmaterial	1,707 T.	11,106 „	1,887 T.	11,610 „	1,648 T.	10,187 „
Anthracit	0,0069 „	0,103 „	—	—	0,0025 „	9,004 „
Holzkohlen	—	—	0,0045 „	0,360 „	—	—
Holz	0,0026 „	0,100 „	0,0017 „	0,065 „	0,0009 „	0,003 „
Flußspath	0,051 „	0,643 „	0,051 „	0,643 „	0,051 „	0,643 „
Gezähe, diverse Kosten		1,652 „		1,958 „		1,525 „
Summa		20,576 Fr.		21,722 Fr.		27,210 Fr.

Nach diesen Zahlen und dem angenommenen Ausbringen der Erze kann man die Specialkosten der Zugutemachung auf die Tonne verkäufliches Kupfer, welches aus den drei Erzsorten gewonnen ist, berechnen und erhält alsdann die Kosten wie folgt:

213 Frcs. . . . 342 Frcs. . . . 535 Frcs. 60 Cent.

Bei reichen Erzen würden die Hüttenkosten etwas höher sein, weil das Ausbringen an Bronzestein etwas stärker ist und daher die successiven Coefficienten, durch welche man die Kosten, die sich auf jeden Prozeß beziehen, um sie auf die Tonne Erz zurückzuführen, multiplicirt, sämmtlich einen höhern Werth haben würden. Der Unterschied kann jedoch nicht bedeutend sein, weil in dem Fall reicherer Erze, das Schmelzen auf Bronzestein leichter ist und daher einen etwas geringern Brennmaterialverbrauch erfordert, als bei dem angeführten Beispiel.

Die Zahlen, welche in der vorhergehenden Tabelle für die reinen und unreinen Erze gegeben worden sind, gestatten die Bestimmung des Einflusses von dem Reichthum der Erze auf die Hüttenkosten. Wirklich sind die Reihen der Hüttenprozesse in beiden Fällen nur durch das Schlackenschmelzen verschieden. Zieht man von den Hüttenkosten bei der Zugutemachung reiner Erze 2,572 Frcs., welche die Kosten für das Schlackenschmelzen auf eine Tonne Erze zurückgeführt, darstellen, ab, so bleiben 19,149 Frcs. für die Hüttenkosten der Erze, die 0,0635 ausbringen, nachdem sie denselben Prozessen unterworfen sind, als die unreinen Erze, deren Ausbringen 0,034 ist. Es sind demnach die Hüttenkosten für die Erze von einem fast doppelten Gehalt, auf die Tonne Erz, nur um 1 Frc. höher.

Man kann sich leicht Rechenschaft von dem Einfluß der Brennmaterialpreise auf die Hüttenkosten geben. Nimmt man gewöhnliche Erze als Beispiele und es sollen dieselben in einer Hütte an den Küsten des mittelländischen Meeres zu Gute gemacht werden, wo die Steinkohlen 20 Frcs. die Tonne kosten, so würden die Special- oder Hüttenkosten 45,47 Frcs. statt 20,576 Frcs. betragen und auf die Tonne producirtes Kupfer 470 Frcs., statt 213 Frcs.

Es würde daher fast unmöglich sein, wenn eine Hütte, mit Anwendung des englischen Verfahrens, möge sie nun an den Küsten des mittelländischen Meeres oder an einem andern Puncte liegen, wo die Kohlen in so hohen Preisen stehen, bei dem Ankauf fremder Erze mit den englischen Hütten in Concurrenz treten wollte.

Generalkosten. — Die bei der Beschreibung der Waleser Hüttenprozesse angegebenen Kosten bilden nur einen Theil der von den Hüttenbesitzern zu machenden Ausgaben. Es ist daher von Wichtigkeit, auch diejenigen Kosten annähernd zu bestimmen, die sich nicht auf eine specielle Arbeit, sondern auf das Ganze der Zugutemachung beziehen und die man daher unter der Benennung Generalkosten zusammenfassen kann. Es muß jedoch wegen der Details auf das schon erwähnte Werk Leplay's verwiesen werden, indem hier nur numerische Resultate mitgetheilt werden können.

Die Generalkosten umfassen:

1) Den Erztransport von den Gruben oder dem Hafen von Swansea nach den Hütten.
2) Die sich auf das Ganze der Zugutemachung beziehenden Arbeiten.
3) Den Unterhalt des Materials und der Gebäude.
4) Die Erwerbung oder die Pacht für den Grund und Boden.
5) Die Steuern, die Hülfsleistungen für die Arbeiter.
6) Die Administration, die Direction der Schmelzhütte und die Leitung der commerciellen Verhältnisse der Hütten.
7) Die Zinsen von dem Anlage- und Betriebscapital.

Die Kosten, welche sich auf eine jede dieser Abtheilungen beziehen, auf eine Tonne Erz zurückgeführt, sind die nachstehenden:

1)	Für die Anfuhr der Erze nach der Hütte	7,169	Frcs.
2)	Die Fortschaffung der Schlacken, Correspondenz, Versendung der Proben, Kosten für Pferde	1,040	„
3)	Unterhalt und Reparatur der Oefen, welche gewöhnlich in Entrepriese gegeben werden; Schmiede- und Schlosserarbeiten; Zimmer- und Tischlerarbeiten; verschiedene Materialien für die Gebäude und für den Betrieb .	1,990	„
4)	Pacht für den Boden, oder Zinsen für die Ankaufscapitalien	0,804	„
5)	Steuern, Unterstützungen der Arbeiter	0,830	„
6)	Administration, Rechnungswesen, Handelsangelegenheiten	1,580	„
7)	Die Zinsen von den Anlage- und Betriebscapitalien, hier etwa 4,000,000 Frcs.	8,444	„
	Summa	21,857	Frcs.

Die Generalkosten sind daher eben so hoch als die Specialkosten und es hat folglich die gute Leitung des administrativen Theils einen sehr wesentlichen Einfluß auf die Productionskosten des Kupfers und zwar einen eben so großen als die auf die Zugutemachung verwendete Sorgfalt.

Man hat es den englischen Kupferhüttenleuten häufig zum Vorwurf gemacht, fast ohne jede Untersuchung, die bei den verschiedenen Prozessen vorgeschlagenen Verbesserungen zurückzuweisen; jedoch ist es sicher, daß es nicht in ihrem Interesse liegt, das ein[illegible]enommene und den Arbeitern durchaus geläufige Verfahren zu ver[illegible] ist dann [illegible] aus den vor-

geschlagenen Veränderungen eine wesentliche Verminderung der Specialkosten hervorgehen könnte.

Die englischen Kupferhüttenprozesse sind unstreitig die verwickeltsten von allen; das Gelingen derselben, die Beschaffenheit des erlangten Productes und folglich sein Handelswerth hängen daher mehr oder weniger, und mehr als bei jeden andern Verfahrungsarten, von der Geschicklichkeit der Arbeiter und von der Gewandtheit, die sie von ihrer Kindheit an bei der Flammofenarbeit erlangt haben, ab.

In England finden die Hüttendirectoren in der Arbeiterbevölkerung die Geschicklichkeit, die Intelligenz und auch so zu sagen den hüttenmännischen Instinct, welche die Arbeiter in den Stand setzen, ihre Arbeit auf die verschiedenartige Beschaffenheit der Erze anzuwenden.

Jede etwas plötzliche Veränderung in der Beschaffenheit der Erze muß daher Versuche veranlassen, in deren Folge die Werkmeister und Arbeiter sehr leicht erkennen, nach welcher Richtung hin die Prozesse verändert werden müssen. Es entsteht daraus keine wesentliche Störung des Betriebs und die Directoren wissen nach Verlauf einer sehr kurzen Zeit, welchen Handelswerth das aus den neuen Erzen dargestellte Kupfer hat, und folglich auch zu welchem Preise sie die Erze ankaufen können.

Ganz anders aber wird es sein, wenn man in die Zugutemachung eine gründliche Veränderung einführen wollte; es müßten alsdann die Werkmeister und die Arbeiter neue Lehrjahre machen und während derselben wären die Hüttendirectoren nicht im Stande, im Voraus zu wissen, auf welche Kupfersorte sie zu rechnen haben würden; sie würden der Hauptbasis beraubt sein, auf welche der Hauptankauf der Erze beruht. Es läßt sich leicht mit Zahlen beweisen, daß die Schmelzer ein Interesse daran haben, ihre ganze Aufmerksamkeit auf den Ankauf der Erze und auf den Verkauf des Kupfers zu verwenden.

Die Erze werden baar bezahlt, während das Kupfer gewöhnlich nur mit mehrern Monaten Ziel verkauft werden kann; dieses Verkaufsziel beträgt gewöhnlich sechs Monat.

Der Zeitraum zwischen der baaren Bezahlung der Erze von Seiten der Hütte und dem Zeitpunct, zu welchem diese das Kupfer von den Käufern bezahlt erhält, macht ein mehr oder minder bedeutendes Betriebscapital erforderlich. Die Größe desselben ist nach den Handelsverhältnissen, namentlich nach der Länge des Credits, denen die Hütten den Verkäufern gewahren müssen, verschieden.

Nimmt man an, daß die Tonne Kupfer 3000 Frcs. koste, so beläuft sich der, von der hier als Beispiel angenommenen Hütte hervorgebrachte Werth auf 5,760,000 Frcs.; dieß läßt unter den gewöhnlichen Verhältnissen ein Betriebscapital von 2,800,000 Frcs. voraussetzen. Die Schmelzer, welche sehr ausgedehnte Handelsbeziehungen haben, können dieß Betriebscapital auf 1,800,000 Frcs. reduciren, und folglich an Generalkosten mehr als 50,000 Frcs. jährlich ersparen, d. h. mehr als 2 Frcs. die Tonne der zu Gute gemachten Erze. Während des Zeitraums zwischen den Erzankauf und den Kupferverkauf erleiden die Metallpreise oft bedeutende Veränderungen, die 2 — 300 Frcs. auf die Tonne betragen, d. h. 16—24 Frcs. auf die Tonne Erz. Die große Geschicklichkeit der Schmelzer besteht nun darin, aus diesen Schwankungen Nutzen zu ziehen, denn der Kupferpreis in den Erzen wird stets nach dem Metallpreise

Kupfers im Moment des Ankaufs berechnet. Dieß ist ihnen aber nicht immer möglich, da in der Ankunft der Erze eine große Unregelmäßigkeit herrscht, hauptsächlich in Beziehung auf die fremden Erze; allein die Voraussicht und die Geschicklichkeit in der Versorgung der Hütte mit Erz, hat stets einen großen Einfluß auf die Gesammtheit der Vortheile, welche die Schmelzer daraus gewinnen können.

Die auf dem trocknen Wege ausgeführten Proben geben stets einen geringern Kupfergehalt an, als der durch die Zugutemachung erlangte ist; man kann annehmen, daß für die Erze, welche im Durchschnitt 8 Procent enthalten, die Proben nur 6 Procent angeben. Der Unterschied beträgt 60 Frcs. auf die Tonne Erz.

In Beziehung auf diese Zahlen, muß man daher die Ueberzeugung gewinnen, wie gering der Vortheil sein könnte, den eine wirklich glückliche Veränderung der Hüttenprozesse, wodurch die Specialkosten um $\frac{1}{10}$ vermindert werden, haben würden. Es würde diese Veränderung zwar recht annehmbar sein, allein die dadurch veranlaßte Verminderung der Hüttenkosten, würde auf die Tonne Erz nur 2 Frcs. betragen.

Man darf sich daher nicht wundern, daß die Schmelzer ihre besondere Aufmerksamkeit auf den commerciellen Theil ihrer Unternehmungen richten, indem sie dadurch bedeutende Vortheile erlangen können. Sie suchen daher Veränderungen bei den Hüttenprozessen zu vermeiden, indem dadurch freilich später eine Kostenverminderung veranlaßt, wodurch aber eine Zeitlang die sicherste Basis ihrer Handelsoperationen genommen werden würde, nämlich das Verhältniß zwischen der Güte des producirten Kupfers und der Beschaffenheit der zum Verkauf kommenden Erze.

§. 5.

Zweites Beispiel. — Zugutemachung der kiesigen Erze zu Atvidaberg und zu Falun in Schweden.

Die Schwedischen Kupferhüttenprozesse sind sehr einfach, werden in Schachtöfen ausgeführt und geben ein vorzügliches Product, sehr reines Kupfer, welches zu den ersten Sorten im Handel gehört. Der Bearbeiter des vorliegenden Werks entnimmt das Nachstehende aus den trefflichen „Reisenotizen aus Schweden", die der Königl. Hannoversche und Herzogl. Braunschweigsche Hüttenmeister Julius Ahrend zu Oker am Unterharz, in der Freiberger berg= und hüttenmännischen Zeitung, 1859, Nr. 9 bis 11 mitgetheilt hat*).

I. Schmelzprozesse auf Atvidaberg's Kupferbergwerk.

Dieses Werk liegt in Ostgothland zwischen Linkoping und Westerwik und ist Privatbesitz; es sind die Prozesse in den letzten zwölf Jahren wesentlich verbessert und neuerlich ist auch das Werk umgebaut worden.

Die Betriebsverbesserungen rühren meistens von dem frühern Director,

*) Es ist diese Arbeit eine höchst ... ung von Hüttenprozessen. H.

dem bekannten Bredberg her (Bergwerksfreund, Bd. XIII (1848), S. 401); der Umbau der Hütte ist ganz neuerlich von dem jetzigen Director Dr. Carlberg ausgeführt. Diese neue Schmelzhütte enthält fünf Sulnöfen (Rohöfen) und drei Schwarzkupferöfen; ein anderes Gebäude einen kleinen Gaarherd und einen englischen Raffinirofen. In dem Gebläsehause befinden sich zwölf Cylinder, die durch Wasserräder und bei Wassermangel durch eine Dampfmaschine in Umtrieb gesetzt werden und den sämmtlichen Oefen, so wie den Herd mit Wind versehen.

Im Wesentlichen bestehen die Atvidaberger Schmelzprocesse darin, daß man die theilweise rohen, theils in freien Haufen und Stadeln gerösteten Kupfererze gemeinschaftlich mit gerösteten Skumnas (metall- und schwefelreichen Schlacken) auf Rohstein verschmilzt, diesen nach möglichst scharfer Röstung in Stadeln schwarz macht und das Schwarzkupfer im kleinen Gaarherd zur Gaare bringt. Die Schlacken vom Gaarmachen und von der Schwarzkupferarbeit, so wie andere noch kupferhaltige Abfälle werden beim Erzschmelzen wieder zugeschlagen.

Die Bodensauen aus den Schwarzkupferöfen werden im kleinen Gaarherd zu Schwarzkupfer verblasen.

Erze. — Diese kommen von Gruben, welche ca. eine (deutsche) Meile vom Kupferwerke entfernt liegen, und werden nach demselben durch Pferde oder Ochsen angefahren.

Die bedeutendste Grube ist Bersbo, welche auf einem sehr mächtigen Gange baut; in neuerer Zeit haben aber auch die auf einem andern Felde belegenen Gruben Marmor, Malmvik und Hagen beträchtliche Mengen Erz geliefert und ihre Förderung wird sich noch erhöhen, auch ist noch Erzvorrath für lange Zeit in sämmtlichen Gruben vorhanden.

Die Bersbo-Grube liefert größtentheils Erze, welche der Hauptsache nach Schweflungen enthalten, in denen Zinkblende den vorwaltenden Bestandtheil ausmacht, durchschnittlich $\frac{1}{4}$ der ganzen Masse, außerdem sind Kupferkies, etwas Schwefelkies und Magnetkies im Gemenge vorhanden, auch einige Procente Magneteisenstein, ferner etwas Glimmer, Quarz, wenig Granat, selten etwas Kalkspath und höchst selten Spuren von Bleiglanz.

Die Mengung ist sehr verschieden; bald tritt der eine Bestandtheil in größerer Quantität massiver hervor, namentlich Zinkblende, auch zuweilen Magnetkies, bald ist das Gemenge mehr gleichmäßig und feinkörnig, doch nie so innig, daß man nicht mit Leichtigkeit die Bestandtheile erkennen könnte. Diese Erze lassen sich leicht zerschlagen, daher sie den Namen Blötmalm (Weicherz) haben, und unterscheiden sich sehr von den Rammelsberger Kupfererzen, denen der viele innig beigemengte Schwefelkies eine so große Härte ertheilt. (Wegen dieser verweisen wir auf Bd. II. d. Werks.)

Es kommen aber auch zu Bersbo Erze vor, in denen Quarz und Silicate die Schweflungen bedeutend überwiegen, und die wegen ihrer Härte den Namen Hardmalm (Harterz) führen. Es sind Gemenge in sehr verschiedenen Proportionen von Kupferkies, Blende und wenig Schwefelkies mit viel Quarz, Glimmer, Feldspath, Eckebergit, auch Granat.

Die anderen Gruben, Mormor, Hagen und Malmvik liefern nur Hardmalm, in denen Kupferkies, wenig Schwefelkies und zuweilen Magnetkies mit sehr viel Quarz oder Silicaten (bei Malmvik-Grube namentlich Glimmerschiefer) mehr oder weniger innig gemengt sind. Zinkblende kommt nur selten vor und Bleiglanz fehlt ganz, dagegen kommt zu Hagen zuweilen

Buntkupfererz vor und zu Malmvik findet man Kobalt-Krystalle im Kupferkies eingewachsen.

Auf den Gruben wird durch Handscheidung das taube Gestein möglichst abgeschieden, was indessen, um Kupferverluste zu vermeiden, doch nur unvollkommen geschehen kann; es ist aber die Absicht, so bald als möglich Pochwerke und Wäschen anzulegen, um noch einen Theil des Nebengesteines abzuscheiden, was für das Verschmelzen sehr vortheilhaft sein wird.

Außer diesen Erzen bietet die Verarbeitung der schon erwähnten Skumnas (Schaumstein), welche früher bei der Roharbeit fielen, einen bedeutenden Beitrag zur Kupferproduction jetzt und noch für einige Jahre, da eine bedeutende Halde davon vorräthig ist, welche von Frauen und Mädchen durchsucht wird, die den metallreichern Theil von der reinen Schlacke trennen und ersteren zur Röstung befördern. Da die Entstehung, das Aussehen und die Vermeidung der Skumnas in der Bredberg'schen Abhandlung (Uebersetzung davon im Bergwerksfreund, Band XIII) ausführlich beschrieben ist, so erwähnt Hr. Ahrend nur kurz, daß diese eine mit Rohstein stark verunreinigte Schlacke sind, dadurch erzeugt, daß beim Rohschmelzen Schwefelkies und namentlich unzersetzte Zinkblende auf die im Ofen befindliche Schlacke einwirkten und dieser Eisenoxydul entzogen, indem sie dasselbe (vermöge ihres Schwefelgehaltes) reducirten und schwefelten. Dadurch wurde die Schlacke zu arm an Basen, um dünnflüssig genug zu bleiben, und ein Theil des Steins wurde so leicht, daß er sich nicht rasch senkte, sondern oft an der steifen Schlacke hängen blieb, wenn man diese aus dem Vorherd abhob.

Die Richtigkeit dieser Erklärung findet dadurch ihre Bestätigung, daß das Entstehen des Skumnas verhütet wird, wenn man die blendehaltigen Erze stark genug röstet, man also den Schwefel entfernt, welcher die Reduction des Eisenoxyduls in der Schlacke veranlaßt.

Skumnas ist meistens eine aufgeblähte poröse graue Schlackenmasse, in der sich weiße kieselsäurereiche Ausscheidungen finden, durchzogen oder überzogen mit Steintheilen und gemengt mit Kohlenlösche.

Oft finden sich auch Stücke von gut aussehender, völlig im Flusse gewesener Schlacke, an welcher Stein haftet, was dann von der Nachlässigkeit der Arbeiter und nicht, wie die Erzeugung der eigentlichen Skumnas, von einer fehlerhaften (zu schwach gerösteten) Beschickung herrührt.

Erzröstung. — Zur Röstung kommen nur die Erze von der Versbo-Grube, welche durchweg Zinkblende enthalten, die man zersetzen (in Zinkoxyd umwandeln) will; außerdem erreicht man durch die Röstung den Zweck, daß der Rohstein beim nachfolgenden Schmelzen nicht zu kupferarm ausfällt, auch der vielen Kieselsäure mehr Basen geboten werden (durch die Umwandlung des Schwefelkieses in oxydirtes Eisen ꝛc.).

Die Röstung geschieht entweder in Stadeln, meistens aber in freien Haufen, letztere ähnlich wie zu Oker.

Bis jetzt sind des beschränkten Raumes wegen nur 2 Stadeln zur ersten Röstung der Blötmalm vorhanden, welche im Freien an einer 10 Fuß hohen, 50 Fuß langen Brandmauer neben einander liegen. Durch drei rechtwinklig von jener abgehende Mauern (Seitenmauern der Stadeln) von 28 Fuß Länge, 10 Fuß Höhe und 7 Fuß Dicke, welche vorn oben schräg abgekantet sind, werden di[illegible] vorn offenen Stadeln gebildet, im Lichten 28 Fuß lang und 1[illegible] ie Sohle ist eben und hori-

zontal. Man belegt sie etwa 1 Fuß hoch mit theils 11 Fuß, theils 6 Fuß langem Rösteholz, stürzt dann 4 Fuß hoch Erz (Blötmalm) darüber, welches man bis zu Stücken von höchstens 20—30 Pfd. zerschlagen hat, und breitet darüber eine 4 Zoll starke Lage Kohlenlösche aus. Darüber bringt man wieder 3—4 Fuß hoch Erz, giebt abermals eine 4 Zoll dicke Lage Kohlenlösche und fährt so fort, bis die Stadel gefüllt ist, so daß man 4 Schichten Erz und 3 Lagen Lösche hat. Sowohl vorn als oben bringt man kleinere Erzsorten an und schüttet noch 1—2 Zoll hoch Grubenklein darüber, eine Decke von schon geröstetem Klein wird aber nicht gegeben.

Nach dem Anzünden brennt eine solche Stadel 4—6 Wochen lang und qualmt, namentlich in der ersten Zeit wegen des starken Blendegehaltes der Erze und bei dem fast unbehinderten Luftzutritt stark, und sowohl an der Oberfläche, wie auch im Innern, werden die Erze mit weißem Zinkoxyd überzogen.

Meistens findet die erste Röstung des Blötmalm in freien Haufen statt auf einem ebenen Platze von 28—30 Fuß Quadrat, welcher 8—12 Zoll hoch mit Holz belegt ist. Auf letzteres bringt man das Erz mit Zwischenlage von Lösche, wie in den Stadeln, in Pyramidenform auf, ähnlich wie zu Oker, nur steiler, so daß die Röste 10—12 Fuß senkrechte Höhe hat. Eine Decke von gebranntem Erzklein giebt man nicht, sondern bringt nur an die Seiten und auf die Oberfläche 3—6 Zoll dick kleinere Erzstückchen und wirft noch etwas Grubenklein darüber.

Die Röstresultate im Freien und in den Stadeln sind nicht sehr verschieden, indem bei beiden Methoden sich wenig geröstete Partieen finden, während an anderen Stellen die Röstung gut von statten gegangen ist, auch wohl das Erz stärker zusammengesintert oder gar zusammengeschmolzen ist. Im Allgemeinen giebt man der Stadelröstung einen kleinen Vorzug in Bezug auf gleichmäßigere und vollkommenere Röstung, wird daher, sobald es die Räumlichkeit des Hüttenhofes erlaubt, eine bedeutende Anzahl Stadeln anlegen und obiges Urtheil noch weiter prüfen.

Ein Stadel oder eine Röste faßt 600—900 Schiffspfund (à 290,83 Pfd. köln.) Erz und zu deren einmaliger Röstung sollen verbraucht werden 216—224 Cubikfuß Holz und 2 bis 3 Last Lösche und kleine Kohlen, oder, auf hannoversches Gewicht und Maaß reducirt, werden zur Röstung von 100 Ctr. Erz verbraucht 13 Cubikfuß Holz und 8,1 Cubikfuß Lösche.*)

Bei dem Umbringen der Erze in ein zweites Feuer werden die groben Stücke bis höchstens zu Faustgröße zerschlagen, dann gerade so auf Holz mit Zwischenlagen von Lösche gebracht, wie bei der ersten Röstung in freien Haufen, nur daß man sowohl das Holz als auch die Lösche etwas dicker anbringt, ersteres bis zu 1½ Fuß, letztere bis zu 6 Zoll stark.

Ein solcher Haufen brennt 3 bis 4 Wochen und liefert dann die Erze, nachdem sie bis zu Hühnereigröße zerschlagen sind, auf den Beschickungsboden. Auch bei der zweiten Röstung kommen zuweilen im Innern geschmolzene Massen vor, im Allgemeinen ist aber die Röstung viel schwächer, als zu Oker. Die abgerösteten Erze sind, was die Röstung betrifft, ungefähr den Stücken eines Oker'schen zweiten Feuers zu vergleichen, welche an der Außenfläche des Haufens gelegen haben.

---

*) 1 Schwedischer Fuß = 131,615 Pariser Linien = 1,016454 Fuß hannov. 1 Schwed. Cubikfuß = 1,05018 Cubikfuß hannöv. Maß.

Hardmalm von Bersbo-Grube erhält, seines Blendegehaltes wegen, ein Feuer gerade auf die Weise, wie Blötmalm, die Röstung ist aber nur sehr oberflächlich und schwach, so daß die zerschlagenen Stücke in dieser Beziehung etwa den Beräumeklumpen *) eines Oker'schen Kniesthaufens proportional sind.

Hardmalm von den 3 anderen Gruben erhält gar keine Röstung, sondern kommt, in Stücke von ca. 4 Cubikzoll zerschlagen, unmittelbar zum Verschmelzen.

Die Skumnas erhält ein Feuer auf gleiche Weise, wie die Erze in freien Haufen, man macht diese aber möglichst groß, um die Hitze mehr zusammen zu halten, da man ein Schmelzen derselben nicht sehr zu fürchten hat. Die Grundfläche des Haufens hat eine Länge von 30—50 Fuß und die senkrechte Höhe beträgt 10—20 Fuß, das Holz wird 1½ Fuß stark gelegt und 3—4 Lagen Lösche werden in verschiedener Höhe zwischen den Skumnas ausgebreitet. Ein solcher Haufen brennt ca. 4 Wochen, dampft anfangs stark und röstet ganz gut. Man findet beim Abbrechen desselben oft große zusammengesinterte Massen, zuweilen ist auch an einzelnen Stellen Schmelzung eingetreten, und dann zeigt sich wohl regenerirter Kupferkies von messinggelber Farbe.

Im Aeußern hat die geröstete und zerschlagene Skumnas, wie sie zur Beschickung vorgelaufen wird, einige Aehnlichkeit mit dem Oker'schen gerösteten Ausschurkrätz **), ist aber viel leichter und läßt auf dem Bruche Bisilicatschlacke erkennen.

Die Röstarbeiten geschehen zum Theil im Accord, zum Theil im Tagelohn. Das volle Tagelohn, welches jeder Arbeiter bekommt, sobald er 20 Jahre alt ist, beträgt 21¼ Schilling Banko = 32 Schilling Reichsgeld oder etwa 6 gGr. (1 Thaler Banko = 1½ Thaler Reichsgeld = ⅜ Species-Thlr. 7 Thlr. Banco fast genau 4 Thlr. preußisch Courant. 1 Thlr. schwedisch = 48 Schilling schwedisch.) Sämmtliche Arbeiter haben nebst Familie freie Wohnung, außerdem freien Arzt und freie Arzenei und erhalten, wenn sie krank sind, entweder das ganze oder halbe Tagelohn, je nachdem sie bei der Arbeit erkrankt sind oder außer derselben.

Das Tagelohn für Weiber und Mädchen, welche Skumnas aushalten ꝛc., beträgt bis zu 16 Schilling Banko; sie erhalten aber kein Krankengeld.

Knaben von 8 Jahren bekommen täglich 4 Schill. Banco (13¾ Pfennig) und jedes Jahr 1 Schill. mehr pro Tag.

Rohschmelzen (Sulu-Schmelzen.) Der Zweck dieser Arbeit ist, den in sämmtlichen Erzen und Zuschlägen (Skumnas, Schwarzkupferschlacke, Gaarschlacke ꝛc.) enthaltenen Kupfergehalt in einem Producte, dem Rohstein (Skärsten), anzusammeln, die Gebirgsarten ꝛc. aber sich zu einer Schlacke vereinigen zu lassen, welche, da sie abgesetzt werden soll, so wenig wie möglich Kupfer mechanisch oder chemisch gebunden enthalten darf. Aus Erfahrung weiß man, daß diesen Anforderungen am besten eine Beschickung entspricht, bei welcher eine Schlacke erzeugt wird, die sich einem Bisilicat nähert mit ungefähr 45 Proc. Kieselsäure.

Diese ist leichtflüssig genug, um den Absatz des Rohsteins nicht zu hindern, erstarrt nicht zu schnell im Vorherde und hat noch die großen Vortheile, daß sie weder die Seitenwände des Ofens und Herdes anfrißt, noch die Bildung von Eisensauen veranlaßt, also lange Campagnen gestattet.

---

*) Siehe Kerl's Rammelsberger [illegible] Clausthal, 1854, S. 4 u. 29.
**) Kerl c. l. S. 89.

Damit aber bei dem hohen Kieselsäuregehalt der Schlacke kein Kupfer (als Oxydul) sich chemisch damit verbinde, ist es nöthig, daß die Beschickung so viel Schwefel enthält, als zur vollständigen Ansammlung des Kupfers und noch eines Theiles Eisen genügt, und man benutzt dabei als Anhalten, daß der Rostein nicht reicher als 25—30 Proc. an Kupfer werden darf.

Wenn man nun die Erze für sich allein, theilweise geröstet, in dem Verhältniß ihrer Anlieferung gattirte, so würde das Verhältniß der Kieselsäure zu den Basen zu groß sein. Das bei der Röstung gebildete Eisenoxyd und die übrigen Basen reichen nicht aus, jene zu sättigen und Bisilicatschlacke zu bilden, weshalb man basenreiche Zuschläge geben muß. Diese bestehen:

1) in gerösteter Skumnas, in welcher bei der Röstung der Eisengehalt der Schweflungen oxydirt ist, und
2) in Schwarzkupferschlacke vom Verschmelzen des gerösteten Steins, welche kaum Singulosilicat ist, und daher noch fast eben so viel Kieselsäure aufnehmen kann, als sie schon enthält; ihr Kupfergehalt wird dabei gleichzeitig mitgewonnen.

Die Quantität solcher basenreichen Zuschläge muß natürlich variiren, je nachdem das Verhältniß der zur Beschickung kommenden Erze und diese selbst sich ändern, denn geröstetes Blötmalm würde überall keine basenreichen Zuschläge verlangen, während Hardmalm zu viel Kieselsäure besitzt, der quarzreiche am meisten, weniger dann, wenn die Beimengung aus den Silicaten Glimmer, Gneis oder Feldspath besteht.

Nach diesen Principien wird eine zweckmäßige Beschickung ausgemittelt, und der gute Ofengang, namentlich eine richtig zusammengesetzte Schlacke, geben die Controle dafür.

Die Construction der Oefen (Suluöfen), in denen das Erzschmelzen vorgenommen wird, wie sie nach mancherlei Versuchen sich für den Prozeß, namentlich auch für den geringsten Brennmaterialverbrauch, am zweckmäßigsten ergeben hat, ist aus den Zeichnungen (Taf. II, Fig. 7—9) zu ersehen.

Die Fig. 7 und 8 und der Grundriß Fig. 9 lassen die specielle Construction des Ofenschachtes, Lage der Formen und die Art der Zustellung erkennen.

Die mit a bezeichneten Ofentheile bestehen aus feuerfestem Talkschiefer, die mit b bezeichneten bedeuten Barnsteinmauer, Puncte Sandfüllung, c Eisen, d Kupfer und f Leder. Die Haupt-Maaßen nach schwedischem Gemäße sind folgende:

Ganze Höhe des Schachtes vom Bodenstein bis zur Gicht 18 Fuß, Weite (Breite) des Schachtes an der Sohle, sowohl an der Hinterwand wie im Vorherde	3	Fuß	8	Zoll
Desgleichen in der Höhe der Formen	3	„	10	„
Desgl. 8 Fuß über der Herdsohle	4	„	—	„
Von da ab verengt sich der Schacht bis Gicht wieder bis zu	3	„	6	„
Die Länge (Tiefe) des Herdes incl. Vorherdes beträgt an der Sohle	5	„	4	„
Von dem Tümpeleisen an bis 5½ Fuß höher hinauf ist die Tiefe des Schachtes	2	„	8	„
und vermindert sich von da bis zur Gicht bis zu .	1	„	10	„

Die 3 Formen in der Hinterwand liegen fast horizontal, oder mit nur wenig Neigung nach dem Ofen zu, 4 Fuß hoch über der Ofensohle, 1 Fuß 6 Zoll hoch über der Unterkante des Tümpeleisens e und 1 Fuß 9 Zoll über der Vorherdkante. Die Mittelpuncte der Formöffnungen liegen 12 Zoll von einander entfernt und haben 1½ Zoll im Durchmesser. Die Formen bestehen aus einer ca. 6 Fuß langen, 8 bis 9 Zoll breiten, ¾ Zoll dicken Eisenplatte, welche vorn so umgebogen ist, daß das Formmaul gebildet wird, wodurch man den Vortheil hat, daß, wenn das Maul beschädigt ist, man die Form leicht während des Schmelzens herausnehmen und in der auf dem Werke befindlichen Schmiede augenblicklich repariren kann. Die kupfernen Düsen, welche durch einen ledernen Schlauch mit dem Windreservoir in Verbindung stehen, haben eine Oeffnung von 1½ Zoll Durchmesser.

Die Schmelzöfen sind an der vordern Seite mit einem 10 Fuß über dem Vorherde beginnenden, unten etwa 10 Fuß, oben 5 Fuß breiten Rauchmantel von Eisenblech versehen, welcher zum Dache hinausreicht, damit die Arbeiter durch die aus dem Vorherde aufsteigenden Dämpfe nicht zu leiden haben.

Das Zustellen eines Suluofens wird folgendermaßen bewirkt:

Nachdem die von der vorigen Campagne herrührende Bodensau losgebrochen und sammt dem noch stehenden Kernschacht bis zur Höhe der oberen eisernen Träger entfernt ist, man auch den Ofen im obern Theile des Schachtes von den zinkischen Ansätzen gereinigt hat, wird die Sandsohle geebnet und darüber eine behauene Talkschieferplatte gelegt, welche fast den ganzen Raum zwischen der Rauhmauer bedeckt. Diese, welche als Ofensohle dient, bekommt auf die ganze Länge von etwa 7 Fuß einen geringen Fall von 1—2 Zoll nach vorn, namentlich nach der Stichseite hin. Auf diese Platte wird in der Weise, wie die Figuren zeigen, zu beiden Seiten und hinten der Kernschacht mit Talkschiefer möglichst dicht aufgemauert, doch so, daß am Rauhgemäuer ringsum 6 Zoll leerer Raum bleibt, der mit trockenem Sande gefüllt wird; nur von 1 Fuß unter den Formen an bis 2 Fuß über dieselben fällt die Sandfüllung weg. Den Vorherd schließt man dann vorn durch einen behauenen Granitblock g, dessen Oberfläche so hoch zu liegen kommt, daß die darauf eingelassene Eisenplatte mit der obern Kante (Vorherdkante) 1 Fuß 9 Zoll tief unter dem Formlager bleibt; dann legte man die 3 Formen und mauerte das Formgewölbe zu.

Auf der Stichseite wird für den Stich ein etwa 6 Zoll breiter und eben so hoher Canal gemauert, der vorläufig offen bleibt und von welchem eine eiserne Gosse mit einigem Fall nach dem geräumigen Sandherd führt, auf welchen demnächst der Stein abgelassen werden soll. Dieser Sandherd ist eine Ebene von 10 bis 20 Fuß Durchmesser und liegt in einiger Entfernung (10 bis 15 Fuß) vom Ofen, bei den alten Oefen meistens an deren Vorderseite seitwärts, ist er aber bei den Oefen in der neuen Hütte immer nach der hintern Seite angelegt, damit kein Rohstein, der des Erkaltens wegen 24 bis 36 Stunden in dem Herde liegen bleibt, mit der Schlacke verzettelt wird.

Auf die Sohle des Ofens wird eine 4 Zoll starke Lage eines angefeuchteten Gemenges von 1 Theil Sa[illegible] Theilen lehmigem Thon festgestampft, dann [illegible]lben, abe[illegible] [illegible]rem Gemenge die Seiten

des Herdes und Vorherdes überzogen und darauf mehrere Stunden lang Sohle und Herd durch ein schwaches Kohlenfeuer abgewärmt.

Den Stichcanal stampft man mit obigem Gemenge von Thon und Sand voll und treibt dann ein 2 bis 3 Zoll dickes, vorn etwas zugespitztes Holz ein, so daß dessen Spitze noch 3 bis 4 Zoll von der innern Ofenwand entfernt bleibt; später wird dieses Holz wieder losgeschlagen. Nachdem noch eine 3 Zoll dicke Gestübbesohle (gleiche Theile Kohle und Lehm) in den Herd und Vorherd festgestampft wird, welche sich an den Seiten etwas in die Höhe zieht, wird das hohle Tümpeleisen e mit seiner Unterkante 3 Zoll hoch über die Vorderkante gelegt, über jenes die Vorwand aufgemauert und dann der Ofen 6 Stunden lang mittelst Kohlenfeuer im Herde abgewärmt. Bei dem Auffüllen giebt man den Herd bis zur Höhe des Vorherdes voll Kohlen, schüttet dann 9 Füllfaß voll Kohlen ohne Beschickung in den Ofen und giebt darauf anfangs leichte, verhältnißmäßig schlackenreiche Sätze. Es bestehen nämlich die ersten 3 Beschickungssätze à Füllfaß Kohlen aus

1 Liespfund Versbo = Blötmalm,
½ " " Hardmalm,
2 " Skumnas und
3 " Schwarzkupferschlacke;

dann folgen 5 Sätze à

1½ Liespfund Versbo = Blötmalm,
1 " " Hardmalm,
2 " " Skumnas und
3 " " Schwarzkupferschlacke.

Mit 18 Sätzen (incl. der leeren) ist der Ofen gefüllt, bleibt 2 Stunden lang stehen und dann wird das Gebläse angelassen, in den ersten 12 Stunden mit 7 Linien Pressung, am zweiten Tage giebt man den vollen Wind mit 10 Linien Pressung.

Im Anfange legt sich, jedoch nicht bedeutend, erkaltete Schlacke im Herde, namentlich im Vorherde an, die behutsam losgebrochen und entfernt wird. Die Schlacke ist anfangs basisch und von schwarzer Farbe, welche aber nach und nach in die charakteristische graue und gelblich graue Farbe übergeht, wobei sie denn auch einen glasigen Zustand annimmt, nachdem zur Beschickung verhältnißmäßig mehr Erz und weniger Schwarzkupferschlacke genommen wird.

Die Gestübbesohle, deren Zweck es ist, so lange den Herd vor Bühnen zu schützen, bis dieser genug in Hitze gekommen ist, geht schon in den ersten 24 Stunden größtentheils weg und veranlaßt bei dem Aufsteigen in der Schlacke, daß kleine Partien Stein mit in die Höhe gehoben werden, weshalb man die Schlacke, welche bis zum ersten Steinabstich fällt, ansammelt und wieder mit zuschlägt.

In Atvidaberg stürzt man nicht, wie in Deutschland, die verschiedenen zur Beschickung kommenden Producte in einem Haufen über einander zu einer Schicht, sondern wiegt zu jedem Satze das bestimmte Quantum Erz und Zuschlag auf einer Schnellwaage ab. An dem einen Arme derselben hängt ein gebogenes Eisen, welches unten in zwei Gabeln auseinandergeht, so daß man bequem einen Trog darauf setzen kann, der andere Arm hat eine Eintheilung und ein daran hängendes verschiebbares Gewicht zeigt an,

wie viel Liespfund Erz ꝛc. im Troge enthalten sind. Es gewährt dieses, da außerdem jeder Satz dadurch gezählt wird, daß man einen Pflock auf einer mit Löchern versehenen Tafel bei jedem Aufgeben ein Loch weiter rückt, eine genaue Controle des verschmolzenen Quantums dem Gewichte nach, ist aber für den Aufgeber etwas umständlich und würde sich gar nicht durchführen lassen, wenn die Sätze nicht von einem Steinabstich bis zum nächsten, ja oft mehrere Wochen lang genau gleich blieben.

Man vermindert nämlich, wenn der Ofen durch Anwachsen der Nase einen zu starken Satz anzeigt, das Quantum Beschickung dessen ungeachtet nicht, sondern hilft sich dadurch, daß man zuweilen ein Füllfaß Kohlen ohne Beschickung in den Ofen giebt, was zuweilen fast ein um das andere Mal nöthig wird.

Dabei will man beobachtet haben, daß bei diesem Verfahren die Kohlen mehr Erz tragen, als wenn man den Satz vermindert, was vorzüglich von den älteren Oefen nach Bredberg's Construction gilt, deren Schacht einen größern Querschnitt hat. Hr. A. zieht daraus den Schluß, daß das jedesmal aufgegebene Quantum Kohlen überhaupt zu gering ist, um eine Lage von zweckmäßiger Dicke einzunehmen, was dadurch bestätigt zu werden scheint, daß in dem mit einem Schachtscheider versehenen Bredberg'schen Ofen, wo also die Sätze reichlich die doppelte Dicke erhalten, weniger leere Sätze bei ganz gleicher Beschickung erforderlich sind.

Das Gemäß für Kohlen ist in Schweden die Tonne, welche 5,6 schwed. Cubikfuß enthält, und die Anlieferung geschieht nach Lasten à 12 Tonnen, also in Karren mit 67,2 Cubikfuß Inhalt. Zum Vermessen pro Satz dient zu Atvidaberg dagegen eine Tonne, welche ein cylindrisches Gefäß von im Lichten 2 Fuß Durchmesser und 2 Fuß Höhe ist, also 6,28 Cubikfuß Kohlen faßt, und das Gewicht dieser Kohlen betrug 54 Pfd. Victualien-Gewicht, wird aber durchschnittlich auf 60 Pfd. Victualien-Gewicht = 75 Pfd. Stapelstädtischem Gewicht angegeben.

Da 1 Schiffspfd. Victualien-Gewicht = 20 Liespfd. = 400 Pfd. Victualien-Gewicht = 363,54 Pfd. kölnisch und 1 Schiffspfd. Stapelst. Gewicht = 20 Liespfd. = 400 Pfd. Stapelst. Gewicht = 290,83 Pfd. kölnisch, so enthält eine Tonne zu 5,6 Cubikfuß schwed. = 5,881 Cubikfuß hannov. 48,6 Pfd. kölnisch an Kohlen, eine Last (läst) daher nach hannoverschem Maaß und Gewicht = 70,57 Cubikfuß oder 583,2 Pfd. Kohlen.

Da in Schweden von jeder Last $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ an Lösche abgeht, so kommen an brauchbaren Kohlen nur 50 Kubikfuß oder 413 Pfd. hannoversch zur Verwerthung bei dem Schmelzen, was bei dem Brennmaterialverbrauch bei den Processen zu Atvidaberg und Falun zum Anhalten zu nehmen ist.

Wenn im Folgenden das Gewicht nicht näher bezeichnet ist, so gilt bei den Hüttenprocessen zu Atvidaberg immer Stapelstädtisches Gewicht, bei Falun aber stets Victualien-Gewicht.

Aus dem bereits über die zweckmäßige Anfertigung der Beschickung Gesagten ersieht man nicht allein den Proceß der Schmelzung, sondern auch, wie man manche Uebelstände zu verhindern hat. Die unzersetzten Schwefelungen (Kupferkies, Schwefelkies, etwas Blende ꝛc.) vereinigen sich mit den durch den Reductionsprozeß aus den Salzen und einigen Oxyden hergestellten Schwefelungen und Metallen (letztere aus Kupfer und Eisen bestehend) zu einem Rohstein, der sich im Her[illegible]elt, während sich darüber die Schlacke ablagert, fast Bisilicat, [illegible] Vereinigung der in den

Erzen und Zuschlägen enthaltenen Kieselsäure mit den ebenfalls darin befindlichen Basen, namentlich dem Eisenoxydul sich bildet.

Man schmilzt mit Nase und hält darauf, daß diese 4 bis 6 Zoll lang bleibt. Wird sie dunkel, so räumt man, was ziemlich häufig geschieht, wächst sie aber zu sehr an, so giebt man zuweilen einen leeren Satz (Kohlen ohne Beschickung). Im Anfange gehen in 24 Stunden 80 bis 90 Sätze durch einen 3förmigen, 90 bis 100 durch einen 4förmigen Ofen, später steigt die Anzahl der Sätze auf resp. 100 und 110 täglich.

Das Abheben der Schlacke aus dem Vorherde geschieht dadurch, daß man die ca. 2½ Fuß langen und 2 Fuß auseinanderstehenden Zinken einer ganz eisernen Forke, welche mittelst einer langen Eisenstange an einem Krahn hängt, darunter bringt, durch das Niederdrücken des Forkenstiels die Schlacke in die Höhe hebt, zur Seite schiebt, wohin man sie haben will, und dann den Forkenstiel losläßt, so daß die Zinken mit der Schlacke niederfallen.

Wenn die Schlacken erkaltet sind, werden sie in Wagen durch Pferde oder Ochsen weggeschafft, und da auf gleiche Weise der Stein transportirt und die Bedürfnisse an Materialien herbeigeschafft werden, so findet ein fast beständiges Fahren in und zwischen den Hüttengebäuden statt.

Wenn die Beschickung richtig gewählt ist, so geht die Schmelzung und die Absonderung der beiden Producte, Rohstein und Schlacke, regelmäßig von statten, ohne Uebelstände zu veranlassen. Man hat zuweilen nachzusehen, ob sich im Herde und Vorherde auch unter der Brust keine Ansätze bilden, die aber in der Regel leicht entfernt werden können.

Zum Abstich des Rohsteins schreitet man nicht eher, bis der Herd gänzlich damit gefüllt ist, und hebt die Schlacke vorher möglichst rein davon ab. Die letzte abgehobene Scheibe Schlacke, an welcher Steintheilchen hängen geblieben sein könnten, wird als unrein aufgestürzt und kommt demnächst wieder mit zur Beschickung.

Das Abstechen geschieht dadurch, daß man ein ca. 8 Fuß langes spitzes Eisen (ohne Holzstiel) durch starkes Fäusteln in den Stich treibt und dieses wieder zurückschlägt, indem man gegen ein in die Kopföffnung gestecktes Eisen schlägt. Der Stein fließt dann in der Gosse herunter und breitet sich auf dem Sandherde aus; da aber das Abfließen einer so großen Quantität Stein einige Zeit dauert, so verhütet man ein Erkalten desselben im Stiche durch ein in diesen gestecktes spitzes Holz, dessen Flamme den Stein dünnflüssig erhält. Das Stopfen der Stichöffnung geschieht dadurch, daß man ein 6 bis 8 Fuß langes, 2 bis 3 Zoll dickes Holz in den Stich treibt, etwas Sand um dasselbe schüttet und diesen feststößt. Nach einer Stunde kann man das Holz ohne Mühe entfernen, die verkohlte Spitze bleibt im Stiche sitzen und bietet hinlänglichen Verschluß.

Nach dem Abstechen des Steins bei abgestelltem Gebläse reinigt man Vorherd, Brust ꝛc. von Ansätzen und bessert den Vorherd, wenn dieser ausnahmsweise stark beschädigt sein sollte, durch Talkschieferstücke und Lehm wieder aus. Man giebt dann Lösche in den Vorherd und läßt das Gebläse wieder an. Sollten im Vorherde steinhaltige schlackige Ansätze aufgebrochen sein, so läßt man diese, mit Lösche bedeckt, im Vorherde liegen, damit bei dem weiteren Schmelzen Stein ausfließt und sich am Boden ansammelt; das nicht Schmelzende aber wird mit dem Abnehmen der Schlacken entfernt und zur unreinen Schlacke gethan.

Die Quantität des Steines von einem Abstiche beträgt 13 bis 25 Schiffspfd., im Anfange der Campagne gewöhnlich mehr, später, wenn im Herde eine steinartige, Blende ähnlich sehende, mit Schlacke vermengte Masse nach und nach anwächst, weniger. So ergaben die 10 nach einander folgenden Abstiche von einem Ofen, der im Betriebe war,

im 3. Monat				im 10. Monat				
23	Schiffspfd.	2	Liespfd.	17	Schiffspfd.	1	Liespfd.	Rohstein.
23	"	10	"	15	"	8	"	"
21	"	9	"	17	"	2	"	"
21	"	5	"	16	"	7	"	"
19	"	—	" }	31	"	17	"	"
19	"	13	" }					
21	"	9	"	18	"	6	"	"
19	"	—	"	16	"	15	"	"
18	"	16	"	16	"	6	"	"

Die Zinkdämpfe, welche im Schachte aufsteigen und sich wieder oxydiren, bewirken, daß sich im obern Theile des Schachtes ein dem Unterharzischen ganz ähnlicher Galmei *) anlegt, so daß gröbere Kohlen nicht mehr niedergehen. Nachdem die Campagne etwa 2 Monate gedauert hat, werden diese Ansätze 5 bis 6 Fuß tief von der Gicht ab losgekeilt und losgebrochen und entfernt. Es findet dabei kein Ausblasen statt, sondern man stellt nur, wenn der Ofen 6 bis 7 Fuß tief niedergegangen ist, das Gebläse ab, giebt noch einmal Kohlen auf, gießt die Flamme aus und die Seitenwände etwas kalt, bricht den Galmei in Stücken aus, füllt den Ofen wieder (anfangs mit leichten Sätzen), läßt das Gebläse wieder an und arbeitet weiter.

Diese Arbeit, das sogenannte Keilen, welche etwa 2 Stunden Zeit erfordert, ist nachher jeden Monat wieder nöthig. Sie wird erleichtert bei den neueren Oefen, deren oberster Theil des Schachtes 27 Zoll weit abwärts nicht aus Mauerung, sondern aus zusammengeschrobenen zolldicken Eisenplatten besteht. Während des Keilens schraubt man die Eisenplatte der Hinterwand los und kann den Galmei dadurch leichter entfernen.

Die außerordentlich gute Beschaffenheit der Schlacke, welche weder die Ofenwände anfrißt, noch die Ausscheidung von Eisensauen bei hinlänglichem Schwefelgehalte der Beschickung gestattet, erlaubt, sehr lange Campagnen bei der Roharbeit zu machen; nach und nach verengt sich aber der Herd durch blendeähnliche steinige Massen, welche namentlich das Abstechen des Rohsteins erschweren, auch leiden zuletzt alle Theile des Schachtes, so daß es nach 8 bis 10 Monaten räthlich wird, die Campagne zu beenden und auszublasen. Man läßt dann die Oefen, wenn der Herd sich mit Stein gefüllt hat, niedergehen, giebt in Zwischenräumen einige Füllfaß Kohlen nach, um die Nase wegzuschmelzen, sticht den Stein ab, wenn alles die Form passirt hat, räumt Herd und Vorherd aus, schlägt den untern Theil der Vorwand und des Kernschachtes ein und räumt den Schutt weg. Nach dem Erkalten wird die Bodensau losgebrochen und entfernt, welche zwar noch größere Dimensionen hat, als die Kupferofensauen zu Oker, sich

*) Siehe Kerl, Rammelsberger 42, 185.

aber ohne große Schwierigkeit (da sie kein metallisches Eisen enthält) zerkleinern läßt, namentlich wenn sie einige Zeit an der Luft gelegen hat. Sie wird demnächst bei dem Rohschmelzen wieder zugeschlagen, nnd ein Beweis ihrer Leichtschmelzbarkeit ist, daß man ohne Nachtheil schon Stücke von mehreren Centnern auf den Ofen gegeben hat.

Die gröbere Schur wird ebenfalls wieder bei der Roharbeit zugeschlagen, die feinere, Sand ꝛc., welche man nicht wieder zur Herstellung des Ofens oder Sandherdes gebraucht, wird gesammelt, um demnächst in einer Wäsche aufbereitet zu werden.

Nach dem Ausbrechen der Ofensau und dem Abkühlen des Ofens wird dieser sofort wieder zurecht gemauert, zugemacht und es beginnt eine neue Campagne.

Die beiden Hauptproducte der Erzschmelzung sind:

1) Rohstein, der Hauptsache nach ein Gemenge von Schwefeleisen, Schwefelkupfer und etwas Schwefelzink mit einem Kupfergehalte von 25 bis 30 Proc.

2) Schlacke, welche abgesetzt wird und deren Kupfergehalt in 4 verschiedenen Stücken mitgebrachter reicher Schlacke sich zu nicht mehr als ¼ Pfd. im Centner ergeben hat.

Das Verhältniß, in welchem die Erze und Zuschläge mit einander beschickt werden, ferner Förderung der Oefen, Ausbringen und Brennmaterialverbrauch, ergiebt sich durchschnittlich aus dem Schmelzresultate des Jahres 1854. In diesem Jahre sind mit 5 Suluöfen verschmolzen:

Versbo Blötmalm . . .	= 58365	Schiffspfd.
„ Hardmalm . . .	= 1927	„
Malmvik „ . . .	= 2047	„
Hagen / Marmor } „ . . .	= 10312	„
Summa	= 72651	Schiffspfd.
Dazu Skumnas	= 30305	„
Summarum	= 102956	Schiffspfd.

mit ca. 18000 Schiffspfd. Schwarzkupferschlacke.

Ausgebracht sind:

19820¼ Schiffspfd. Rohstein und an Kohlen sind verbraucht 33040 angelieferte Lasten (4000 Tonnen Kokes zu Kohlen ungerechnet).

Auf hannoversches Maaß und Gewicht reducirt, ergiebt dieses: die 5 Oefen haben im Jahre 1854 verschmolzen:

211291 Ctr. Erz mit
88136 „ Skumnas und
52350 „ Schwarzkupferschlacke.

Davon sind erfolgl:

57643 Ctr. Rohstein

und dazu verbraucht an guten Kohlen

1652000 Cubikfuß = 136455 Ctr.

oder pro Centner Beschickung 4,7 Cubikfuß = 38,79 Pfd. Kohlen.

Die Arbeit wird von 2 Schmelzern und 2 Vorläufern verrichtet, welche sich jedesmal nach 8 Stunden ablösen, und an Lohn erhält jeder Schmelzer 3 Schilling Banco, jeder Vorläufer 2¼ Schilling Banco (resp. 10,3 und 8 Pfennige pro Schiffspfund ausgebrachten Rohstein.

Nachdem der Rohstein in der Hütte erkaltet ist (ein bis zwei Tage nach dem Abstich), wird er aufgebrochen, nach einem Rosthause gefahren, gewogen, in faustgroße Stücke zerschlagen und in Stadeln möglichst todt geröstet.

Jedes Rosthaus hat in der Mitte die ganze Länge hinunter eine 5 Fuß hohe, 3 Fuß dicke Mauer, von welcher auf jeder Seite rechtwinklich elf Mauern von 11 Fuß Länge und 2 bis 2½ Fuß Dicke abgehen, so daß das Rosthaus 24 Stadeln enthält von im Lichten 11 Fuß Länge, 4 bis 5 Fuß Breite und 5 Fuß Höhe.

Die ebene Sohle derselben wird 8 Zoll hoch mit Holz belegt, welches die Länge der Stadeln hat, darauf bringt man 3 Fuß hoch den zerschlagenen Stein, giebt darüber eine 4 Zoll starke Lage Kohlenlösche und bringt dann noch 2 Fuß hoch Stein darüber.

Bei der ersten Röstung findet in der Mitte der Stadel oft Schmelzung statt, im Allgemeinen ist die Röstung aber befriedigend. Den großen Zinkgehalt des Steines kann man an dem weißen Beschlag, den die Stücke bekommen, leicht erkennen.

Bei dem Wenden des Steins in die nächste Stadel wird dieser etwas angeschlagens, übrigens verfährt man mit dem Aufbringen auf das Holz und mit dem Aufbringen einer Lage bei allen folgenden Feuern eben so, wie bei dem ersten. Da die Schmelzarbeit des Steines in den spätern Feuern nachläßt, so mengt man dann etwas mehr Lösche unter.

Mit sechs Feuern ist der Stein fast todt geröstet, wobei die Lösche wesentlich mitgewirkt hat, theils zur Erhöhung der Temperatur, dann aber auch durch Zerlegung (theilweise Reduction) der anfangs gebildeten schwefelsauren Salze, namentlich des schwefelsauren Kupferoxyds.

Das Rösten und Wenden des Steins geschieht von zwölf Arbeitern im Accord, welche dafür zusammen 32 Schilling Banko (9 gGr. 2 Pf.) pro Schiffspfund Gaarkupfer, welches das Kupferwerk producirt, erhalten.

S c h w a r z k u p f e r s c h m e l z e n. — Das Verschmelzen des gerösteten Rohsteins zu Schwarzkupfer geschieht in Schachtöfen von der auf Taf. II, Fig. 10—12 zu ersehenden Construction. Die Höhe des Schachtes beträgt wie bei den Suluöfen 18 Fuß (9 schwed. Ellen), die Weite des Ofens ist aber bedeutend geringer, auch fehlt der Vorherd ganz.

Es sind nur zwei Formen vorhanden, welche in der Hinterwand 10 Zoll aus einander mit einer Neigung von 3½ Grad nach vorn und 2 Fuß über der Ofensohle liegen. Ihre Oeffnung im Maule, wie auch die Düsenöffnung, beträgt 1¼ Zoll und der volle Wind, welchen man bei dem Schmelzen giebt, hat eine Pressung von 10 Linien.

Uebrigens ist die C o n s t r u c t i o n der S c h w a r z k u p f e r ö f e n in Bezug auf Anwendung von feuerfestem Talkschiefer zu den Theilen des Ofens, welche der Hitze am meisten ausgesetzt sind, ferner in Bezug auf Sandfüllung, auf Anlage des Stichkanals ꝛc. derjenigen der Suluöfen sehr ähnlich und das Abweichende aus den Figuren leicht zu ersehen. Der Stichkanal geht vom mittlern oder hintern Theile der horizontalen Ofensohle entweder nach vorn oder er durchbricht eine Seite des Kernschachtes und Rauhgemäuers, wie beides die punctirten Linien im Grundrisse zeigen. Von der Mündung des Stichkanals beginnt eine ca. 36 Fuß lange, aus Eisenplatten gebildete Gosse, die [illegible] ..den versehen ist, so daß zehn Abtheilungen gebildet werd[illegible] ..er vom Stich entfernte)

immer ca. 2 Zoll tiefer als die dem Stich näher liegende. Beim Abstechen des Kupfers gelangt dieses von einer Abtheilung in die folgende, wenn erstere gefüllt ist, und man bekommt gewöhnlich acht oder neun Schwarzkupferblöcke.

Bei dem Zumachen des Ofens giebt man eine dünne Lehm- und Gestübbesohle, um das Erkalten und Auflegen auf die Sohle im Anfange der Campagne zu vermeiden, richtet auch den Stich mit Anwendung von Sand gerade so her, wie bei den Sulußöfen und mauert dann die Vorwand von den eisernen Trägern abwärts bis zu 6 Zoll über den Stein, welcher den Herd vorn schließt, mit Barnsteinen zu.

Nachdem der Ofen acht Stunden lang abgewärmt und die Brust mit Sand geschlossen ist, beginnt das Auffüllen, Anblasen und überhaupt die Schmelzcampagne.

Der geröstete Rohstein besteht der Hauptsache nach aus Kupfer, Eisen und etwas Zink, alle drei im oxydirten Zustande vorhanden, nebst geringen Mengen schwefelsaurer Salze, namentlich schwefelsaurem Kupferoxyd. Um bei dem Schwarzkupferschmelzen zu verhüten, daß das oxydirte Eisen in zu großer Menge zu Metall reducirt und das Schwarzkupfer stark verunreinigt, oder gar zur Abscheidung von Eisensauen Veranlassung giebt, muß demselben Kieselsäure geboten werden, um sich zu verschlacken. Man beschickt daher den gerösteten Rohstein mit 10—20 Proc. reiner Schlacke vom Erzschmelzen; früher nahm man auch noch etwas Quarz dazu, den man aber seit einigen Jahren weggelassen hat.

Außerdem kommen zur Beschickung noch Schlacken und Krätze vom Gaarmachen, um deren Kupfergehalt wieder zu gewinnen.

Das Abwiegen der Beschickung für jeden einzelnen Satz geschieht wie bei der Suluarbeit und die Sätze müssen Beschickung genug bekommen, um eine 4—6 Zoll lange Nase im Ofen zu erhalten. Wächst diese zu sehr an, so giebt man leere Kohlensätze, was hier aber weniger vorkommt als bei dem Erzschmelzen, da sich bei dem stets gleichbleibenden gerösteten Stein das Quantum Beschickung für jede Tonne Kohlen ziemlich genau ermitteln läßt.

Da der Rohstein möglichst todt geröstet ist, so wird fast der ganze Kupfergehalt desselben zu Metall reducirt und lagert sich, in Verbindung mit etwas reducirtem Eisen (auch einer geringen Menge Zink) als Schwarzkupfer (Rakoppar) auf der Sohle des Herdes ab. Darüber kommt eine geringe Menge Dünnstein (Trottsten), welche aus den schwefelsauren Salzen reducirt ist, und dieser wird von der Schlacke bedeckt, welche sich aus dem Eisenoxyd des gerösteten Steins mit der kieselreichen Suluschlacke gebildet hat.

Bei dem Schmelzen ist die Brust des Ofens bis auf eine geringe Oeffnung, durch welche die Flamme bläst, mittelst Sand geschlossen; wenn aber der Herd sich so weit mit geschmolzener Masse gefüllt hat, da sie jene Oeffnung erreicht, also fast bis unter die Formen steht, läßt man die Schlacke ab. Dieses geschieht dadurch, daß man mit einer eisernen Schaufel den Sand vor der Brust 6—8 Zoll tiefer, als der Ofen durchbläst, wegsticht, worauf ein starker Strom Schlacke auf der mit muldenförmigen Vertiefungen versehenen Schlackentrift von Sand abfließt und die Vertiefungen füllt. Durch vorgeschütteten Sand wird die Brust wieder geschlossen und das weitere Abfließen der Schlacke gehemmt. Da man, ähnlich wie bei der Roharbeit den Rohstein, hier das Schwarzkupfer rein ab-

stechen will, d. h. ohne daß Stein oder Schlacke mit abfließt, so wird der Stein, wenn er sich so hoch angesammelt hat, mit der Schlacke abgelassen, es fließt sogar kurz vor dem Abstechen des Schwarzkupfers von diesem etwas mit bei dem letzten Schlackenablassen zur Trift herunter. Die Schlacken sind daher anfangs rein, später fließt aber Stein mit ab, der sich meistens in der ersten oder zweiten Vertiefung der Schlackentrift absetzt, weshalb man die Schlacke, wenn sie erstarrt, aber noch stark rothglühend ist, umkippt, durch einen starken Stoß mit einem schweren Eisen mitten von einander spaltet und den Stein ausfließen läßt. Man erreicht dadurch, daß auch der Stein frei von der Schlacke ist, man also von dieser nichts mit durch die Röstung zu schleppen braucht; dafür ist aber die letzte Schlacke ziemlich reich an Stein, der allerdings bei dem Erzschmelzen wieder gewonnen wird.

Wenn sich das Schwarzkupfer hoch im Herde angesammelt hat, wird vor dessen Abstechen noch einmal Schlacke und Stein bis dicht über die Oberfläche des Metalls abgelassen, dann bei abgestelltem Gebläse das Stecheisen in den Stich getrieben, was anfangs ziemlich leicht geht, später aber, wenn sich die Eisenmassen vor dem Stiche angelegt haben, bedeutende Anstrengung erfordert.

Das Kupfer fließt in die eiserne Gosse, welche man zuvor eine Stunde lang mit Kohlen abgewärmt hat, und man sorgt dafür, daß nicht alle Kohlen mit bis in die letzte Abtheilung fließen, sondern das glühende Kupfer bedecken. Damit die einzelnen Kupferblöcke leicht getrennt werden können, bricht man die Scheidewände auf, so lange das Kupfer noch glühend ist.

Man untersucht nach dem Abstechen den Herd und entfernt die Ansätze, welche sich jedoch nur wenig bilden.

Ein Abstich erfolgt alle zwei bis drei Tage und liefert acht bis neun Kupferblöcke von zusammen 20—25 Schiffspfund Gewicht.

Wie an allen Orten, wo man gerösteten Rohstein in Schachtöfen verschmilzt, so findet auch zu Atvidaberg der Uebelstand statt, daß die basische, an Eisenoxydul reiche Schlacke die Schachtwände in der Höhe der Formen stark wegfrißt und schließlich zum Ausblasen nöthigt, was hier jedoch erst nach 4—6 Monaten der Fall ist, nachdem freilich in der letzten Zeit der Herd sehr weit geworden und die Brandmauer ziemlich künstlich erhalten ist. Herr Ahrend war Zeuge, wie kühn man dabei verfährt. Bei einem Schwarzkupferofen, der im sechsten Monat im Betriebe war und dessen Herd sich bereits sehr bedeutend erweitert hatte, schmolzen vorn die Formen weg und als diese entfernt waren, zeigte sich, daß die geschmolzene Masse wenigstens $1\frac{1}{2}$ Fuß weiter rückwärts stand, als bis wohin sie gehen sollte. Obgleich eine mehrere Fuß große Oeffnung im Formgewölbe entstanden war und die glühenden Kohlen sich kaum zurückhalten ließen, wurde doch nicht ausgeblasen, sondern ein neues Formgewölbe wieder hergestellt. Auf die flüssige Schlacke wurde, so weit die Formen in den Ofen kommen sollten, fast 1 Zoll dick Sand geschüttet, darüber ein Brei von gleichen Theilen Thon und Sand gestrichen, dünne Talkschieferplatten darauf gebackt und dann die Formen darüber gelegt.

Die Seiten des Gewölbes, d. h. die glühenden Kohlen, bestrich man ebenfalls mit dem Thonbrei, backte kleine Steine hinein und indem man damit noch einige [illegible]fuhr, erhielt man eine einigermaßen haltbare Wand. Die [illegible]roth, da man aber auf

Nase hielt, so verminderte sich dieß den folgenden Tag; indessen hielt man es doch mehrere Tage darauf für gerathen, auszublasen.

Das Ausblasen und Ausräumen des erkalteten Ofens unterscheidet sich nicht von dem bei einem Suluofen und bietet nichts besonderes dar, die ausgebrochene Ofensau aber weicht sowohl im Aussehen als in ihrer Zusammensetzung ab. Steinartige Theile finden sich wenig darin, dagegen hat sich auf der Sohle von Talkschiefer, welche unversehrt ist, und an den untern Herdseiten eine Metallmasse abgesetzt, die größtentheils aus Eisen besteht, aber auch sehr kupferreich ist. Sie ist den okerschen Kupferofensauen ähnlich, aber kupferreicher und schmilzt daher leichter.

Die bei dem Schwarzkupferschmelzen fallenden Hauptproducte sind:

1) Schlacke, ihrem Kieselsäuregehalte nach fast Singulosilicat, oft mit Stein gemengt, wird sämmtlich bei der Erzschmelzarbeit zugeschlagen, um ihren Kupfergehalt wieder zu gewinnen und den Eisenoxydulgehalt in der Beschickung zu vermehren.

2) Dünnstein, welches etwas zerkleinert in ein drittes Feuer des Rohsteins vertheilt wird, also noch vier Röstungen erhält und dann wieder zur Schwarzkupferarbeit gelangt.

3) Schwarzkupfer. Im Jahre 1854 sind aus 19820 Schiffspfd. Rohstein nebst den Zuschlägen an Gaarkrätze und Suluschlacke erfolgt: 5720,3 Schiffspfd. Schwarzkupfer und dazu verbraucht 5700 Lasten Kohlen oder pro 100 Pfd. Rohstein nebst Zuschläge sind ausgebracht: 28,86 Pfd. Schwarzkupfer und der Kohlenverbrauch pro Centner Rohstein beträgt 4,94 Cubikfuß = 40,8 Pfd. pro Centner Beschickung (bei 25 Proc. Zuschlag an Suluschlacke und Gaarkrätze) 3,95 Cubikfuß = $32\frac{2}{3}$ Pfd. gute Kohlen.

Vor jedem Schwarzkupferofen lösen sich zwei Schmelzer und zwei Vorläufer alle acht Stunden ab und an Lohn erhält jeder Schmelzer 3 Sch. Banko, jeder Aufgeber $2\frac{1}{3}$ Sch. Banko pro Schiffspfd. Gaarkupfer, welches das Kupferwerk producirt.

Gaarmachen. — Sämmtliche Schwarzkupfer werden zu Atvidaberg bis jetzt in einem einzigen Gaarherde gaar gemacht, der 15,000 Ctr. Gaarkupfer in einem Jahre produciren muß, was nicht möglich sein würde, wenn die Schwarzkupfer nicht von so außerordentlicher Güte, namentlich ohne allen Bleigehalt wären, so daß man dem Gaarherde ungewöhnlich große Dimensionen geben kann und jedes Gaarmachen doch nur verhältnißmäßig kurze Zeit dauert.

An einer Brandmauer, deren Formgewölbe mit dicken Eisenplatten eingefaßt ist, liegt unter einem Rauchmantel der eigentliche Schmelzherd mit einem Durchmesser von 2—$2\frac{1}{2}$ Fuß und 15—18 Zoll Tiefe. Er ist aus feuerfestem Thon, den man aus England bezieht, mit etwas beigemengtem Sand festgestoßen, und wird umgeben von dem gemauerten, ganz mit Eisenplatten belegten Herde, der vorn 16 Zoll höher als die Hüttensohle ist, nach dem Schmelzherde zu aber etwas ansteigt. Die kupferne Form steht 4 Zoll vor der Brandmauer vor, hat eine Neigung von 45 Grad und eine $1\frac{1}{4}$ Zoll weite Oeffnung, welches letztere auch von der Düse gilt.

Wenn nach einer eben beendeten Campagne eine neue beginnen soll, so wird zunächst der Herd untersucht, der in der Regel unversehrt ist, sollten aber schadhafte Stellen vorhanden sein, so werden diese mit einem steifen Brei von feuerfestem Thon und Sand ausgeschmiert, meistens wird der Herd aber nur mit einem in den Thonbrei getauchten Lappen betupft oder

bespritzt. Auch die Brandmauer wird mit dem Thonbrei, und wenn es nöthig sein sollte, auch mit feuerfesten Steinen ausgebessert, dann die Form mit obigem Brei, dem etwas Kohle zugefügt ist, dünn überzogen und darauf der Herd besetzt. Man giebt ihn schlicht voll Kohlen, legt rechts und links vom Herde auf die eisernen Balken dünne Schwarzkupferblöcke, welche nur einige Zoll in den Herd ragen, und legt, auf deren Kanten ruhend, drei Schwarzkupferblöcke über den Herd über einander. Kupferabfälle vom vorigen Prozesse werden nachgegeben. Wenn die Kohlen, welche man nicht durch eiserne Bleche zusammen zu halten nöthig hat, aufgegeben sind, wird das Gebläse angelassen, Kohlen stets nachgefüllt und das Kupfer auf bekannte Weise eingeschmolzen. Dem Winde giebt man eine Pressung von 30—40 Linien und bewirkt dadurch, wie auch durch die sehr starke Neigung der Form, daß das eingeschmolzene Kupfer im Herde in lebhafte Bewegung kommt, was zum Erlangen einer gleichmäßigen Gaare in allen Theilen des Herdes erforderlich ist.

Der Eisengehalt 2c. des Schwarzkupfers wird nach und nach oxydirt, da aber kein Bleioxyd vorhanden ist, so wird die entstehende Schlacke nicht dünnflüssig genug, um abfließen zu können, sondern sie bildet auf dem Kupfer eine mehr teigige Masse, gemengt mit eisenoxydulreichen Brocken, obgleich man zuweilen einige Brocken Quarz in den Herd wirft, um eine zweckmäßige Schlackenbildung zu erreichen. Um die Schlacke zu entfernen, stellt man das Gebläse ab, schiebt alle Kohlen zur Seite, sprengt etwas Wasser über, wodurch die Schlacke noch zäher wird, und zieht sie nebst dem starren Klumpen ab. Diese Operation wird zweimal in einer Campagne vorgenommen, zuweilen, namentlich wenn der Herd groß und tief geworden ist, hat man auch wohl bis zu eintretender Gaare dreimal Schlacke abzuziehen. Die das erstemal abgezogene Schlacke hat eine bräunlich-schwarze Farbe oft mit einem blauem Anfluge, von Kobaltgehalt herrührend, den der Glanzkobalt in den Erzen von Malmvik liefert.

Die spätere Schlacke wird braunroth und mehr rein roth vom Kupferoxydulgehalt. Die Flamme wird bei eintretender Gaare rein und stark grün gefärbt, ist aber auch im Anfange nicht so bunt, als am Unterharze, und metallische Dämpfe wird man fast gar nicht gewahr.

Die eintretende Gaare wird auf dieselbe Weise wie am Unterharze*) mittelst Eintauchens eines Eisens in das flüssige Kupfer durch die Form erforscht und auch die Kennzeichen der Gaare an dem sich nur sehr dünn anlegenden Spahn sind ähnlich, nur wird der Prozeß früher unterbrochen, die messinggelbe Farbe der innern Seite, wie auch der stärkere Glanz, sind noch nicht ganz verschwunden, und dessen ungeachtet zeigt sich nachher das ausgegossene Kupfer rein und etwas übergaar.

Ist die Gaare eingetreten, so hängt man das Gebläse ab, schiebt die Kohlen zur Seite, zieht die Schlacke rein ab, und gießt mittelst einer mit Lehm überzogenen, stark abgewärmten, an einer Kette schwebenden eisernen Kelle das Kupfer rasch in eiserne Formen (Abbildung s. Bergwerksfreund, Bd. XIII), so daß man gewürfelte Platten bekommt, welche den Namen Atvidaberg auf der untern Seite haben. Auf das Kupfer im Herde wird während des Ausgießens etwas Kohlenlösche gestreut, um Oxydation und zu rasches Erkalten zu vermeiden.

*) Ke [illegible] 2.



Das Gaarmachen von 7—9 Schiffspfd. Schwarzkupfer dauert vom Anblasen bis wieder zum Anblasen der nächsten Campagne 4—4½ Stunden und wird von zwei Gaarmachern und zwei Gaarknechten verrichtet, welche sich pro Herd ablösen, aber bei jedem Ausgießen zusammen in Thätigkeit sind.

Jeder Gaarmacher erhält von dem in Summa hergestellten Gaarkupfer pro Schiffspfund 3½ Sch. Banko, jeder Gaarknecht 2⅔ Sch. Banko.

Man hat bei dem Gaarmachen etwas über 10 Proc. Abgang, so daß pro Herd 6½ bis über 8 Schiffspfd. Gaarkupfer ausgebracht werden. Im Jahre 1854 sind aus 5720 Schiffspfd. Schwarzkupfer 5032 Schiffspfd. Gaarkupfer hergestellt, welches in den Handel (meistens nach Frankreich) geht und seiner Güte wegen sehr gesucht ist, obgleich es dem russischen Kupfer im Preise nachsteht.

Um 1 Schiffspfd. Gaarkupfer herzustellen, werden 3 Tonnen Kohlen verbraucht.

Sauenaufarbeit. — Die Bodensauen aus den Schwarzkupferöfen, welche zu viel Metall enthalten, als daß sie leicht zerkleinert werden könnten, verschmilzt man in großen Blöcken in einem dem Gaarherde ähnlichen Herde (Fig. 13, Taf. II) zu Schwarzkupfer.

An einer 10 Fuß hohen Brandmauer liegt der aus Sand geformte Schmelzherd von 2½ Fuß Durchmesser und 12 Zoll Tiefe, der nach einer Seite hin mit einem Stiche versehen ist, und von einem, zum Theil mit Eisenplatten bedeckten, 1½ Fuß über der Hüttensohle hohen gemauerten Herd umgeben ist. In der Brandmauer liegen zwei Formen, einen Fuß weit aus einander mit 26 Grad Neigung und 1½ Zoll Oeffnung. Sie ragen 8 Zoll in den Herd hinein und liegen an der Brandmauer 6 Zoll, mit dem Rüssel 1½ Zoll über der Herdoberfläche.

Die Schmelzarbeit selbst ist ähnlich dem Einschmelzen des Roheisens in einem Frischfeuer, indem man die ganze Sau nachrückt, wenn sie vor den Formen durch das heftige Kohlenfeuer wegschmilzt.

Man erhält ein eisenreiches Schwarzkupfer, auch etwas Stein und viel Schlacke, welche letztere größtentheils oben abläuft, zum Theil auch beim Abstechen mit Kupfer und Stein in den Stechherd gelangt.

Das erhaltene Schwarzkupfer kommt zum Gaarmachen, der Stein zum Rösten in ein Rohsteinfeuer und Schlacke und Krätz werden zu den Erzschichten mit zugeschlagen.

In 60 Stunden verschmilzt man eine Sau von 90 bis 100 Ctr. mit 7½ Lasten Kohlen.

II. Kupferhüttenprozesse zu Falun.

Die Verarbeitung der Kupfererze zu Falun geschieht ganz auf dieselbe Weise, wie zu Atvidaberg, es wird daher genügen, nur das Wichtigere und Abweichende hervorzuheben.

Auch zu Falun unterscheidet man die Erze als Blötmalm und Hardmalm, je nach ihrem Mangel an Quarz oder dessen Vorherrschen. Erstere, die kiesigen Erze, enthalten hier aber nicht die große Quantität Blende, welche nur hin und wieder in einiger Menge vorkommt, dagegen tritt Schwefelkies mehr hervor und macht den Hauptbestandtheil aus, wodurch auch die Härte zunimmt und diese Erze den Unterharzer Kupfererzen ähnlich

werden. Der Kupferkies darin ist meistens innig mit dem Schwefelkies gemengt, auch kommt zuweilen Bleiglanz vor, der sorgfältig ausgeschieden und an die Blei- und Silberhütte in Falun abgeliefert wird, wo man ihn auf gemeinschaftliche Rechnung zu Gute macht. Dem Bleiglanz ist gewöhnlich sehr viel Blende beigemengt. Auch Magnetkies findet sich in den Faluner Kieserzen; dagegen hat Hr. A. Buntkupfererz oder andere reiche Kupfererze in dem Gemenge nicht bemerkt.

In dem Hardmalm nimmt das Verhältniß des Kupferkieses zum Schwefelkiese zu, ersterer kommt auch wohl in Ausscheidungen rein vor, im Allgemeinen bleibt aber der Kupfergehalt wegen der vielen Bergart gering; etwa 2 — 3 Proc. wird jedoch durch Handscheidung bis auf 4 — 5 Proc. erhöht. Die Bergart besteht meistens aus einem grauen splittrigen Quarzgestein, neben welchem sich auch Silicate, namentlich Talkschiefer und andere Talksilicate finden, ferner in geringer Menge zuweilen Magneteisenstein, Kalkspath ꝛc. Zinkblende und Bleiglanz kommen in Hardmalm nur selten vor und können dann leicht durch Handscheidung abgesondert werden.

Die Vertheilung der Erze an die Kuxinhaber geschieht wöchentlich zwei oder drei Mal durch Loose, nachdem vorher der Erzvorrath in Felder à 1 Tonne Erz vertheilt ist, von denen jedesmal 13 zusammengehören. Fünf Theile werden verauctionirt und die übrigen acht Felder dem Kuxinhaber, welcher sie erhalten hat, zu dem Preise à Tonne angerechnet, welchen die Versteigerung für die erste Tonne ergeben hat. Der Erlös für die $\frac{5}{13}$ Erze dient dazu, die Grubenkosten und die Besoldung der Officianten zu decken, der Ueberschuß aber kommt nach Jahresschluß dem Kuxinhaber zu Gute. Durch diese Versteigerung sowohl, als durch Erzankauf von Kuxinhabern, welche keine Schmelzhütten besitzen, ist jeder Hüttenbesitzer (der zugleich auch Kuxinhaber sein muß) in den Stand gesetzt, nicht allein so viel Erze wöchentlich anzukaufen, als der Suluofen bedarf, sondern die verschiedenen Erzsorten auch in einem solchen Verhältniß, wie es für die Gattirung am zweckmäßigsten ist.

Erzröstung. — Hardmalm kommt ungeröstet, nur in Stücke von Wallnußgröße zerschlagen, zur Verschmelzung, dagegen erhält sämmtlicher Blötmalm eine Röstung, welche durchweg in Stadeln ausgeführt wird, deren eine große Menge vorhanden sind. Sie haben dieselbe Construction wie zu Atvidaberg, sind im Lichten 14—18 Fuß lang, 10—12 Fuß breit, und die Seitenmauern haben eine Höhe von 4 — 6 Fuß, manchmal auch etwas mehr.

Die Holzlage giebt man 8—12 Zoll stark; einzelne Hüttenbesitzer belegen auch nur die vordern $\frac{2}{3}$ der Sohle mit Holz und schütten etwas Kohlenlösche auf die Sohle, da sich das Feuer doch nach hinten verbreitet und höchstens in den Ecken die Röstung unvollkommen bleibt. Der vordere Theil der Stadeln wird einige Fuß hoch mit großen Stücken Harterz geschlossen, welche man durch Grubenklein dichter macht. Die Kieserze werden in Stücken von Faustgröße und darüber etwa 4—6 Fuß höher als die Seitenmauern sind, oben mit einer Dossirung von ca. 45° in die Stadel gebracht und mit kleinen Erzstücken und Grubenklein bedeckt, womit man auch, ähnlich wie am Unterharz, den Zug und folglich das lebhafte Brennen des Erzes in der Stadel je nach Bedarf mäßigt oder verstärkt. Eine Zwischenlage von Lösche wird nicht ge[illegible] [illegible]hwefelkiesreichen Erze das Feuer hinreichen[illegible]

Einige Tage nach dem Anzünden bemerkt man, ähnlich wie zu Oker, ein „Fettwerden *)", von wenigem flüssigen Schwefel herrührend, und an manchen Stadeln hat man auch eine Vorrichtung zum Schwefelfang dadurch getroffen, daß man von dem obern Theile der Stadel einen gemauerten, mit Platten zugedeckten und mit Lehm verstrichenen, mehr als 100 Fuß langen Kanal bis zu einem fast geschlossenen Häuschen führt. Sowohl in dem Canal, als in den Häuschen setzt sich nach und nach eine geringe Quantität Schwefel in Pulvergestalt ab.

Eine Stadel brennt drei bis vier Wochen, worauf man sie entleert, die gröbern Erze zerschlägt und zur Hütte fördert.

Es kommen zwar bei diesem Rösten die gewöhnlichen Uebelstände, Zusammenschmelzen der Erze an einigen Stellen und unvollkommene Röstung an andern zuweilen vor, im Allgemeinen aber nicht sehr häufig und die Röstung steht der eines ersten Feuers zu Oker eben nicht nach, selbst dicke Stücke sind ziemlich weit nach innen zersetzt.

Um das Quantum Erz, ca. 450 Schiffspfd. in einer Stadel zu rösten, werden ca. ¾ Klafter Holz (à 324 Cubikfuß) verbraucht; wenn man an der Hintermauer das Holz fehlen läßt, nur ½ bis ¾ Klafter oder pro Centner Erz 2—3 hannöv. Cubikfuß Holz.

Sularbeit. — Die Sulöfen, welche zu Falun zum Verschmelzen der Erze angewandt werden, haben in den einzelnen Hütten sehr verschiedene Dimensionen (von 4 — 11 Ellen Höhe), die meisten sind jedoch zwischen 6 und 9 Ellen (à 2 Fuß schwed.) hoch, haben drei Formen in der Hinterwand, welche 3 — 4 Fuß über der Steinsohle liegen und sind übrigens ähnlich construirt, wie zu Atvidaberg, nur daß der Vorherd meistens etwas schmäler und kürzer ist. Die Hinterwand, auch gewöhnlich die Seitenwände stehen senkrecht, nur die Vorderwand ist nach oben zu eingezogen.

Die Düsen sowohl, als die Formen haben eine Oeffnung von 1¼ bis 1½ Zoll Durchmesser und der Wind, welchen man hindurch leitet, hat eine Pressung von 5—7 Lin., zuweilen etwas weniger, zuweilen auch etwas mehr.

Die Mauerung, welche Herd und Vorherd einschließt, ist zuweilen von Talkschiefer aufgeführt, der hier indessen sparsamer, auch nicht so vorzüglich ist, als zu Atvidaberg, weshalb man meistens Barnsteine, Quarz oder Gneis anwendet. Der obere Theil des Schachtes wird von Barnsteinen aufgeführt, die Rauhmauer aus Platten von Gneis, welche zuweilen äußerlich sehr unordentlich oder gar nicht behauen sind, so daß das Ganze keinen erfreulichen Anblick gewährt, zumal wenn das Gebäude ebenfalls roh und ohne Schmuck aufgeführt ist.

Das Zumachen, Anlegen des Stichs und des Sandheerdes für den Stein, legen der Formen, Abwärmen und Anblasen eines Suluofens geschieht ganz so, wie zu Atvidaberg. Auch die Principien bei Anfertigung der Beschickung sind dieselben, da man die Erfahrung gemacht hat, daß bei einer Schlacke, welche fast Bisilicat ist, sich am leichtesten schlackige oder metallische Ansätze vermeiden lassen, der Stein sich am vollkommensten abscheidet und überhaupt der Ofengang am regelmäßigsten geführt werden kann. Bei der nur einmaligen Röstung der kiesigen Erze erhält man bei

*) Kerl, Rammelsberger Schmelzprozesse, S. 22.

dem Schmelzen einen Rohstein von nur 10—16 Proc. Kupfergehalt, wodurch um sicherer vermieden wird, daß sich oxydirtes Kupfer mit der Schlacke chemisch vereinigt, in dessen dürfte man bei übrigens zweckmäßig gewählter Beschickung und gut geführtem Ofengang die Röstung etwas weiter treiben können, ohne Kupferverschlackung befürchten zu müssen.

Wenn der Betriebsbeamte mit der nöthigen Umsicht verfährt, so kommt er nicht in Verlegenheit wegen zweckmäßiger Einrichtung der Beschickung; denn die von den Gruben geförderten Quantitäten Harterz mit den Kieserzen (letztere geröstet) zusammen verschmolzen und etwas Schwarzkupferschlacke zugeschlagen, geben eine gute Beschickung.

Auf dem Beschickungsboden werden Harterz, geröstetes kiesiges Erz und etwas Schwarzkupferschlacke gleichmäßig über einander zu einer großen Schicht ausgebreitet; davon wird nach Bedürfniß auf den Ofen gegeben und zuweilen, doch nicht jedesmal, der Satz gewogen, um ein Anhalten für das verschmolzene Quantum zu haben. Reinerer Kupferkies wird ungeröstet über die Schicht gestreut, oder ist er sehr rein, so bringt man ihn gleich mit zum Rösten zwischen den Rohstein und er heißt dann Wendmalm.

Der Betrieb des Ofens, das Schlackenabwerfen, Abstechen des Rohsteins, Entfernung der Ansätze u. s. w. ist ganz ähnlich, wie zu Atvidaberg. Etwa alle zwei Tage erfolgt ein Abstich, welcher ca. 20 Schiffspfd. Rohstein liefert.

Es kommt zuweilen vor, daß die obere Schlacke leichtflüssig ist, darunter aber sich eine breiartige Schlacke (lurtlet genannt) befindet, welche Schweflungen aufnimmt und daher zu Kupferverlusten Veranlassung giebt. Ihre Entstehung ist nicht wie der Skumnas, denn sie kommt bei Mangel an Kieselsäure in der Beschickung vor, und wird durch schwächere Röstung oder größern Zuschlag quarziger Erze vermieden. Sie hat daher eine Aehnlichkeit mit der unreinen Schlacke, welche manchmal zu Oker sich zeigt, wenn zu wenig Kniest und Schlacken zugeschlagen sind.

Nachdem das Schmelzen acht bis zehn Wochen gewährt hat, wird es nöthig, den Ofen auszublasen, und erst seit mehreren Jahren macht man so lange Campagnen, während dieselben in früheren Zeiten nicht über vier bis fünf Wochen zu dauern pflegten.

Der Kohlenverbrauch beträgt nach einem Durchschnitte aus mehreren Campagnen von verschiedenen Jahren auf hannoversches Maaß und Gewicht reducirt pro 100 Pfd. Beschickung 28 bis 33 Pfd. (3½ Cubikfuß) vorgemessene grobe Kohlen, also etwas weniger, als zu Atvidaberg, wovon ohne Zweifel der Grund ist, daß zu Falun verhältnißmäßig mehr kiesige, namentlich schwefelkiesreiche Erze zur Beschickung kommen, welche bedeutend leichter schmelzbar sind, als die quarzreichen.

Die Producte des Rohsteinschmelzens sind:

1) Schlacke von eisenschwarzer Farbe mit blättrigen, zuweilen vollkommen fasrigem Gefüge und in letzterem Falle seidenartigem Glanze, während sie sonst fast halbmetallisch glänzend ist. Sie ist fast Bisilicat, da sie im Mittel von vier Analysen verschiedener Schlacken enthält:

Kieselsäure	. . .	44 Proc.
Eisenoxydul	. . .	46 „
Thonerde	. . .	4,1 „

außerdem einige Procente Talkerde (1,2 — 7 Proc.) und in einer Sorte auch 3½ Proc. Kalkerde.

Eine mitgenommene Probe reiner Schlacke ergab einen Kupfergehalt von $\frac{1}{4}$ Proc.

2) Rohstein, der Hauptsache nach Schwefeleisen mit einem Gehalt an Kupfer von 10—16 Proc.

3) Unreine Schlacken, Geschur, Ofensauen, welche noch nicht von allen Hüttenbesitzern beim Suluschmelzen wieder zugeschlagen werden, weshalb man in den Halden oft kupferhaltige Massen findet. Manches davon hat man in neuester Zeit wieder aus den Halden hervorgesucht, bewahrt auch Geschur und Sauen auf, um sie demnächst wieder zu Gute zu machen.

Rohsteinröstung und Schwarzmachen. — Nachdem der Rohstein in Stücke von reichlich Faustgröße zerschlagen ist, röstet man ihn in Stadeln vier bis fünf Mal (manche mehrmals) gerade wie zu Atvidaberg, wobei man das erste Mal gewöhnlich keine, in den folgenden Feuern desto reichlicher kleine Kohlen einmengt.

Man gebraucht zu vier- bis fünfmaliger Röstung von 40—45 Schiffspfund Stein, welche eine Stadel faßt, 90—100 Cubikfuß Holz und 270 bis 300 Cubikfuß Kohlen.

Der Stein wird bei jedesmaligem Wenden angeschlagen und kommt mit blauschwarzer oder braunrother Farbe, fast todt geröstet, in Stücken von Wallnußgröße zum Schwarzkupferschmelzen, welches gewöhnlich in den Suluöfen vorgenommen wird, die man zu diesem Zweck enger macht; namentlich wird der Vorherd zurückgezogen, so daß während des Schmelzens nur ein Auge offen bleibt (wie zu Atvidaberg). Ist ein besonderer Ofen zum Schwarzkupferschmelzen vorhanden, so ist dieser gewöhnlich etwas niedriger als ein Suluofen, im Herde 2 — 3 Fuß weit, ca. $2\frac{1}{2}$ Fuß tief und gewöhnlich mit zwei Formen versehen, welche $2\frac{1}{2}$ — 3 Fuß über der Sohle und 6 — 12 Zoll über dem Vorherd liegen. Höhere Oefen zieht man vor, weil man behauptet, daß dann die Röstung des Steins schwächer sein kann, ohne größern Steinfall zu veranlassen und daß die Brandmauer in der Formgegend weniger zu leiden hat, weil das Schmelzen schon höher (30 Zoll über der Form) beginnt.

Man beschickt den gerösteten Rohstein mit Suluschlacke und Quarz in einem solchen Verhältnisse, daß die sich bildende Schlacke beinahe Singulosilicat ist und wählt z. B. als Satz für eine Tonne Kohlen:

	6	Liespfund	gerösteten Stein
	$1\frac{1}{2}$	„	Quarz
oder	6	„	gerösteten Stein
	$1\frac{1}{4}$—$1\frac{1}{2}$	„	Suluschlacke
	$1\frac{1}{4}$—$1\frac{1}{2}$	„	Quarz
oder	7	„	gerösteten Stein
	2	„	Quarz
	2	„	Suluschlacke

je nachdem man eine kieselreichere Schlacke für zweckmäßiger hält oder Kohlen zu sparen glaubt, wenn man weniger Zuschlag giebt.

Jedenfalls bleibt die Schlacke immer noch basisch genug, daß sie die Ofenwände, namentlich die Brandmauer, stark angreift und man bläst daher den Ofen entweder schon nach einem, spätestens aber nach dem zweiten Schwarzkupferabstich aus, also den dritten oder den fünften Tag nach dem Anblasen.

Den Stein läßt man nicht mit der Schlacke zur Schlackentrift herunter abfließen, sondern schreitet, wenn letztere nur noch 1—2 Zoll hoch über dem Stein steht, zum Abstich. Ist mit diesem das Ausblasen verbunden, so bricht man zunächst die Ofenbrust auf, stellt das Gebläse ab, wenn alles niedergeschmolzen ist, entfernt die Ansätze im Ofen, zieht diese und die Kohlen hervor, und sticht auf. Das Kupfer fließt dann in eine zuvor abgewärmte eiserne Form oder Gosse, welche im Lichten 8 Fuß lang, unten 12 Zoll, oben 15 Zoll weit und 1 Fuß hoch ist, die dem Stich entgegengesetzte schmale Seitenwand ist 9 Zoll hoch, um da bequem Stein und Schlacke abziehen zu können. Sobald alles Flüssige aus dem Ofen abgelaufen, das in etwa vorhandenen Vertiefungen noch stehende Kupfer ebenfalls ausgeschöpft ist, zieht man Schlacke und Stein vom Kupfer in der Form mittelst einer hölzernen Krücke ab, bis dieses vollkommen rein ist. In das Kupfer drückt man dann in gleichen Abständen zwei keilförmige gestielte Eisen ein, wodurch es in drei gleich lange Blöcke getheilt wird, welche man nach dem Erkalten leicht von einander trennen kann. Der vom Kupfer abgezogene Stein (nebst etwas Schlacke) wie auch die beim Ausräumen des Ofens erhaltene Schur und die Ansätze werden bei einem künftigen Schwarzkupferschmelzen mit zugeschlagen, die während des Schmelzens erhaltene Schlacke aber mit einem Gehalte von etwa 1 Pfd. Kupfer à Ctr. der Roharbeit als passender Zuschlag übergeben.

Das Schwarzkupfer wird nach Avestadt geliefert, wo es in kleinen Gaarherden für Rechnung der Kuxinhaber gaar gemacht wird.

In der Faluner Schmelzhütte, welche Dr. Molin dirigirte, waren im Jahre 1854 aus 4319 Schiffspfd., Rohstein ausgebracht 544 Schiffspfd. Schwarzkupfer (à 363,54 Pfd. kölnisch) und an Kohlen waren daselbst verbraucht à Schiffspfd. ausgebrachtes Schwarzkupfer:

zum Erzrösten	0,026	Last
„ Suluschmelzen	9,14	„
„ Rohsteinrösten	0,79	„
„ Schwarzkupferschmelzen	2,11	„

und zwar Kohlen nach der Anlieferung in Lasten zu 67,2 Cubikfuß schwed. incl. Lösche, welche à Last 50 Cubikfuß hannov. an groben Kohlen geben.

§. 6.

Drittes Beispiel. — Zugutemachung der kiesigen Erze in der Hütte zu Boston in den Vereinigten Staaten Amerikas.

Die Kupferhütte zu Boston befindet sich unter ganz eigenthümlichen Verhältnissen, welche einige Aehnlichkeit mit den der englischen Hütten haben. Sie kauft alle ihre Erze an und erhält dieselben von sehr viel verschiedenen Orten, allein sie sind im Allgemeinen reicher und auch wesentlich reiner, als die in England verarbeiteten.

Erze. — Die reinsten Erze kommen aus den Gruben, welche jetzt in den Vereinigten Staaten betrie[illegible] es sind dieß kiesige Erze mit quarziger Gangart, denen etw[illegible] igemengt ist, die aber keinen der Güte des Kupfers nachth[illegible] en. Die wichtigsten Berg=

werke liegen im Staate New=York und auf der St. Josephs=Insel in der Nähe des Marien=Falles. Diese kiesigen Erze geben im Durchschnitt 17 bis 20 Procent Kupfer und werden von der Hütte zu sehr mäßigen Preisen angekauft; die Transportkosten sind auch nicht hoch, eine Folge der ausgedehnten Entwickelung breiter Kanäle und der Eisenbahnen über den ganzen bewohnten Theil der amerikanischen Union.

Die fremden Erze werden aus Südamerika durch die Schiffe herbeigeführt, welche der Bostoner Handel in stets steigender Menge nach dem stillen Ocean sendet. Die Capitaine dieser Fahrzeuge, als Agenten der Hütte wirkend, kaufen die Kupfererze nur unter sehr günstigen Umständen, d. h. zu niedrigen Preisen. Die Erze dienen ihnen so gut als Ballast, wie als Rückfracht; sie kommen folglich mit der größten Unregelmäßigkeit zu der Hütte, allein sie erhalten ihre Erze auch weit wohlfeiler, als dieß auf den öffentlichen Versteigerungen fremder Erze zu Swansea der Fall ist.

Der Verfasser gesteht sich nicht das Recht zu, die für die Tonne verschiedener Erze bezahlten Preise genau mitzutheilen; diese Preise haben übrigens keine Beziehung auf die hüttenmännische Zugutemachung, mit der wir uns hier ausschließlich beschäftigen wollen.

Die fremden Erze sind in Beziehung auf Beschaffenheit, Reinheit und Kupfergehalt sehr verschieden. Es sind im Allgemeinen Buntkupfererze, Schwefelkupfer, oxydulirte und kohlensaure Erze, Silicate oder Arseniate; Fahlerze gelangen nur in geringer Menge zur Hütte. Schwefelkiese mit Arsen, aber nur geringem Kupfergehalt werden der Hütte von den Schiffen nur in geringer Menge zugeführt, indem dieselbe diese Erze nur unter besonderen Umständen ankauft, wenn sie Schwefelkiese nöthig hat und Fahlerze oder Kupferarseniate zu verarbeiten, sobald sie diese Erzsorten in größerer Menge vorräthig hat, als dieß gewöhnlich der Fall ist.

Das mittlere Ausbringen der im Jahre 1854 verschmolzenen Erze betrug 20 Proc. Die jährlich zu Gute gemachten Erze sind innerhalb sehr ausgedehnter Grenzen sehr verschieden und übersteigen stets 10,000 Tonnen. Bei der folgenden Beschreibung haben wir die Menge der jährlich verarbeiteten verschiedenen Erze auf 20,000 Tonnen mit 20 Proc. Gehalt angenommen, d. h. also eine Production von 4000 Tonnen verkäufliches Kupfer. Diese hypothetische Summe verändert an den hüttenmännischen Grundsätzen nichts, hat aber den Zweck, die erlangten Resultate besser mit denen vergleichen zu können, welche sich in den englischen Hütten herausgestellt haben.

Lage der Hütte. — Die Hütte ist am Ende einer Landzunge, welche die Rhede von Boston in zwei tiefe Buchten theilt, angelegt; die Landzunge ist fast gänzlich unangebaut und unbewohnt. Die größten Schiffe können zu allen Zeiten bis zum Quai der Hütte anfahren und die Erze ausladen. Die Lage ist in dieser Beziehung sehr günstig, weil man dadurch jedes Umladen, jede unnöthige Arbeit vermeidet, sowohl bei den fremden, als auch bei den Erzen aus der Union, die auf dem Meere oder auf Kanälen herbeigeschafft werden. Der Grund und Boden konnte für eine sehr mäßige Summe angekauft werden, und die Hütte hat keine Entschädigung an die benachbarten Grundbesitzer wegen der Nachtheile zu bezahlen, welche die sich bei den Röst= und Schmelzprozessen entwickelnden schädlichen Gase hätten veranlassen können.

Brennmaterialien. — In Beziehung auf die Brennmaterialien ist die Lage der Hütte weit weniger gut, als die der englischen Hütten

Steinkohlen und Anthracit müssen auf Kanälen aus dem großen Westen herbeigeschafft werden, und es kostet die Tonne Steinkohlen 35 und die Tonne Anthracit 42 Frcs. Mit so theueren Brennmaterialien würde es unmöglich gewesen sein, Flammöfen anzuwenden, bei denen der Brennmaterialienverbrauch sehr bedeutend ist. Man mußte daher zu der deutschen Methode in Schachtöfen greifen, in denen man Anthracit benutzen konnte, der von vorzüglicher Beschaffenheit ist und im Feuer nicht springt.

Das Holz ist wolfeil; das Kubikmeter von etwa 400 Kilogrmm. Gewicht kostet 3,45 Frcs., d. h. 8,825 Frcs. die Tonne.

Arbeitslöhne. — Die Arbeiter müssen sehr theuer bezahlt werden, ohne im Geringsten die Geschicklichkeit der englischen zu haben. Auch hierin liegt ein wesentlicher Grund zur Annahme der deutschen Prozesse, deren Anwendung von Seiten der Arbeiter eine weit geringere Geschicklichkeit und überall eine weniger lange Gewöhnung an hüttenmännischen Arbeiten erfordert.

Gewöhnliche Arbeiter verdienen 5,25—6 Frcs. in einer 12stündigen Schicht, eigentliche Hüttenarbeiter 8—12 Frs. in derselben, je nach der Schwierigkeit der ihnen anvertrauten Arbeit.

Einrichtung und Umfang der Hütte. — Die Hütte umfaßt:

1) Am Quai einen sehr großen Raum, der als Erzplatz dient.

2) Ein sehr großer ebener Platz zu der Röstung in großen Haufen.

3) Ein sehr langes und mit dem Quai parallel liegendes Gebäude, unter welchem 18 Schachtöfen zu den verschiedenen Schmelzprozessen, ein von einer Dampfmaschine in Bewegung gesetztes Cylindergebläse, einen cylindrischen Windregulator, in welchem der Wind auf einen Druck von 0,07 bis 0,08 Quecksilber erhalten wird. Die Maschine und das Hüttengebäude sind in der Aussicht auf eine weit höhere Production, als die bis jetzt erreichte, angelegt; man benutzt daher nicht die ganze Kraft der Maschine, die zu 45 Pferden angenommen ist.

4) Zwei Schoppen, welche 16 Stadeln zur Steinröstung umfassen; sie stehen rechtwinklich auf den Enden des Hüttengebäudes.

5) Ein Wohnhaus für die Direction und für die ersteren Beamten, welches außerdem die Bureaus und ein Probirlaboratorium umfaßt.

Das Gaarmachen wurde bis 1855 in einem besondern Gebäude ausgeführt, welches näher an dem Kohlenplatz lag, allein neuerlich hat man die 3 Raffiniröfen in das Hauptgebäude gelegt.

Uebersicht der Hüttenprozesse. — Die Reihefolge der Prozesse ist schon weiter oben angegeben worden und wir haben auch dort sehr vollständig von den chemischen Reactionen gehandelt, durch welche die schädlichen Substanzen entfernt werden können, durch welche man das Eisen verschlackt, den Schwefel entwickelt, um ein möglichst reines Handelsproduct zu gewinnen.

Dennoch müssen wir hier diese Uebersicht, in specieller Beziehung auf die Bostoner Hütte, wiederholen.

Erster Prozeß. Erzröstung. — Zu der Röstung in großen Haufen kommen: die armen und die reichen kiesigen Erze und die so viel als möglich mit vielem Schwefelkies vermengten unreinen Erze. Die Röstung ist stets sehr unvollkommen, oft [illegible]regelmäßig, und ohnerachtet der günstigsten [illegible] den gerösteten Producten

mehr als die Hälfte des Schwefelgehaltes der Erze, die der Röstung unterworfen werden

Zweiter Prozeß. Schmelzen auf Stein der gerösteten Erze, mit Zuschlag von oxydirten, kohlensauren, geschwefelten u. s. w. Erzen, welche einen wesentlichen Theil von Arsen und Antimon enthalten. Es kommt auch der größte Theil der reichen Schlacken und der kupferhaltigen Ofenreste von den weitern Prozessen zur Beschickung; zum Schwarzkupferschmelzen werden nur Schlacken und Krätz von dem Raffiniren genommen, die keine Substanzen enthalten, welche der Beschaffenheit des Kupfers nachtheilig sein könnten. Der Prozeß giebt zwei Hauptproducte: Stein und Schlacken. Die Schlacken sind sehr arm und können fast gänzlich über die Halde gestürzt werden.

Diejenigen, welche noch Steinkörner enthalten, gelangen zum Schwarzkupferschmelzen.

Dritter Prozeß. Steinröstung in Stadeln. — Der Stein wird in Scheiben abgehoben und mit dem Hammer zerschlagen, und gewöhnlich wird er in zwei Feuern geröstet. Sind aber die Erze sehr unrein oder sehr blendehaltig, so muß man noch ein drittes Feuer geben. Im ersten Falle hat das dritte Feuer den Zweck, Arsen und Antimon vollständiger zu vertreiben, und im zweiten Falle ist das dritte Feuer wegen der Dichtigkeit erforderlich, welche der Stein durch das Schwefelzink erhält.

Vierter Prozeß. Schwarzkupferschmelzen. — Zu der Beschickung kommen: der geröstete Stein, die oxydirten, kohlensauren und kiesligen Erze, sowohl reich als arm; die Schlacken vom Raffiniren, die Ofenreste und die Schlacken vom Steinschmelzen mit Steinkörnern. Man gewinnt drei Hauptproducte: Schwarzkupfer, sehr reichen und reinen Stein und eine ziemlich reiche Schlacke.

Das Schwarzkupfer enthält hauptsächlich Eisen und Schwefel, im Allgemeinen aber nur wenig Arsen und Antimon, selbst wenn man unreine Erze zu Gute gemacht hat. Der Stein kommt nur in geringem Verhältniß vor und enthält immer nur Spuren von Arsen und Antimon, während Zinn und Nickel in den zu Boston zu Gute gemachten Erzen fast niemals vorkommen. Die Reinheit des Steins ist eine Folge der Schwarzkupfergewinnung, in welcher sich der größte Theil des Arsen und Antimon concentrirt findet, der bei den vorhergehenden Prozessen nicht fortgeschafft werden konnte. Der Stein wird gewöhnlich in einem einzigen Feuer geröstet und bei dem Schwarzkupferschmelzen wiederum zugeschlagen.

Die Schlacken enthalten fast stets Kupferoxydul, so wie auch Körner von Stein und Schwarzkupfer; sie kommen gänzlich zum Rohsteinschmelzen zurück.

Fünfter Prozeß. Das Gaarmachen und Raffiniren. — Das Schwarzkupfer wird in Flammöfen auf die gleiche Weise wie auf den englischen Hütten gaar gemacht und raffinirt. Im ersten Theil dieser beiden Prozesse, bei der langsamen Schmelzung in einer oxydirenden Atmosphäre, muß man die Oxydation etwas mehr verlängern, als in England, weil man noch mehr Eisen und Schwefel oxydiren und noch eine größere Menge von Arsen und Antimon vertreiben muß. Der in Amerika ausgeführte Prozeß muß einen Theil des englischen Röstschmelzens ersetzen.

Man erhält 3 Hauptproducte: Kupfer in Blöcken, mehr oder weniger rein, je nach der Beschaffenheit der zu Gute gemachten Erze; Gaarschlacken

reich an Kupfer und oft unrein, die zum Rohschmelzen zurückgehen; reich und reine Schlacken, welche während des letzten Theils des Gaarmachens und während des Raffinirens fallen und die unter dem Namen der Raffinirschlacken beim Schwarzkupferschmelzen zugeschlagen werden können.

Material. — Schachtöfen. — Die zu den beiden Schmelzprocessen verwendeten Schachtöfen sind Krummöfen von gleichen Dimensionen und sie sind in den Figg. 1 und 2, Taf. III abgebildet. Fig. 1 ist ein senkrechter Durchschnitt eines solchen Krummofens durch die Form und Fig. 2 ist ein horizontaler Durchschnitt durch die Fläche AB Fig. 1.

Die Höhe des Ofens von der Form bis zur Gicht beträgt 1,65 Meter; die Tiefe oder die Entfernung von der Brust bis zur Form 0,78 Meter; die Breite beträgt 0,65 Meter.

Der Gestübb-Tiegel hat seinen tiefsten Punct unter der Brust 0,30 Meter unter der untern Kante und 0,45 Meter unter der Form. Der Vortiegel ist bis auf 0,15 Meter vor der äußern Brustfläche verlängert. Die äußere Ebene des Gestübbes, die sogenannte Arbeits- und Aufgebesohle, liegt 0,10 Meter unter der Form. (Es ist ein Spurofen mit einem Auge.)

Da die Temperatur sehr hoch ist, so muß man eine Wasserform anwenden, wie bei den Eisenöfen; die Gestalt der Formöffnung ist in Fig. 3 dargestellt und es beträgt die Breite derselben 0,035 Meter und die Höhe 0,045 Meter. Die Düse besteht aus Blech und sie hat am Auge einen Durchmesser von 0,030 Meter.

Die Brust besteht aus feuerfesten Ziegelsteinen und hat nur eine Dicke von 0,115 Meter. Die 3 Seiten bestehen ebenfalls aus feuerfesten Steinen und haben eine Stärke von 0,35 Meter. Das äußere Mauerwerk von gewöhnlichen Ziegelsteinen hat eine Stärke von 0,45 Metern; es trägt über der Gichtöffnung eine Esse, welche dazu dient, die Gase aus dem Ofen abzuleiten. Die Oeffnung zum Aufgeben der Gichten über der Brust ist 1,25 Meter breit und 1 Meter hoch.

Das Gestübbe ist ein Gemenge von 1 Theil Quarzsand, 1 Theil Lehm und 1 Theil Anthracit.

Seine geringste Dicke ist zu Anfang der Campagnen 0,45 Meter; es ruht auf einer Ziegelsteinsohle, in welcher Kanäle zur Entwickelung der Feuchtigkeit angebracht sind.

Der Abstichtiegel vom Gestübbe ist vor dem Ofen angebracht und das Abstichloch entspricht dem tiefsten Punct des innern Tiegels. Die Schlacken fließen seitwärts über das Gestübbe des Vortiegels ab, und zwar nur auf einer Seite.

Die Verankerungen bestehen aus Schmiedeeisen und ihre Einrichtungen haben nichts Besonderes, sind daher auch auf den beiden Figuren weggelassen worden.

Vor der Ofenreihe ist eine Eisenbahn angebracht, auf welcher sämmtliche Materialien transportirt werden; einerseits dehnt sie sich bis zu den Röststadeln aus und andererseits theilt sie sich in zwei Arme. Der eine davon geht zum Röstplatz, wo die Haufenröstung der Erze stattfindet, während der andere bis zum Meeresufer läuft, wo der Schlackensturz vorhanden ist.

Die Röststadeln. — Unter jedem Schoppen [illegible] Stadeln, welche zur Steinröstung dienen, in [illegible] [illegible]cht. Zwei 10 Meter hohe Essen [illegible]

Die Stadeln sind mit Gewölben versehen und durch Roste in zwei Abtheilungen getheilt, wie aus den Figg. 4 u. 5, Taf. III deutlich zu ersehen ist. Fig. 4 ist der senkrechte Durchschnitt eines Stadels nebst seinem Rest durch die Linie AB, Fig. 5; Fig. 5 ist ein Grundriß.

Die untere Abtheilung eines Stadels, die nach dem Gebäude zu offen ist, dient zum Anzünden und zur regelmäßigen Vertheilung der Luft während des Röstens. Die Abtheilung über dem Rost wird, sobald der Stadel mit Stein angefüllt ist, durch eine trockene Ziegelsteinmauer verschlossen.

Die Gase entweichen durch einen 0,22 Meter im Quadrat weiten Kanal, der in geringer Entfernung von dem Gewölbe durch die Mauer des Gebäudes geht. Er mündet in einen äußern horizontalen Kanal, welcher 0,45 Meter im Quadrat weit ist und auf Bogen von Ziegelsteinen ruht. Ein horizontaler Kanal dient für 4 Stadeln und steht mit der in der Mitte des Gebäudes angebrachten Esse in Verbindung. Die innere Weite der Esse beträgt 0,55 Meter im Quadrat.

Die Hauptdimensionen der Stadeln sind die folgenden: Länge 2,50 Meter, Breite 1,40 Meter, Höhe des Gewölbes über dem Rost 2 Meter, Höhe des Rostes über der Sohle 0,62 Meter.

Die Einrichtung und Construction der Gaar- und Raffiniröfen ist dieselbe wie in England.

Es sollen nun die 5 verschiedenen Hüttenprozesse nach einander beschrieben werden.

Die dabei mitgetheilten Zahlen sind dem Verfasser bei seiner Anwesenheit an der Hütte im Jahre 1854 mitgetheilt worden; er selbst hat sie nicht erheben können, und sie dürfen daher nur als Annäherung angesehen werden. Sie scheinen aber eine hinreichende Genauigkeit zu haben, um eine allgemeine Vergleichung zwischen der englischen Methode und der amerikanischen zu gestatten.

Erster Prozeß. — Erzröstung. — Die Einrichtung der Rösthaufen ist weiter oben schon speciell beschrieben, und ebenso sind auch die stattfindenden Reactionen besprochen worden, sowie auch endlich die Hauptursachen der unregelmäßigen Resultate angegeben worden sind; es bleibt uns daher über diesen ersten Prozeß nur wenig zu sagen übrig.

Von den 20,000 Tonnen verschiedener Erze, welche jährlich zu Gute gemacht werden, dürften 18,000 Tonnen kiesige oder unreine sein, die der Röstung bedürfen.

Die reichen und reinen kiesigen Erze müssen besonders geröstet werden, indem ihre Zugutemachung ein weit besseres Kupfer geben kann, vorausgesetzt, daß man dahin sieht, in das Schwarzkupferschmelzen nur reine oxydirte und kohlensaure Erze zu bringen.

Erze mit Arsen und Antimongehalt müssen bei der Röstung mit einer sehr bedeutenden Menge kiesiger Erze mit eingemengtem Schwefelkies vermengt werden. Das bei der Zugutemachung dieses Gemenges erfolgende Kupfer ist stets mehr oder weniger arsen- und antimonhaltig und kann folglich keinen so großen Handelswerth haben, als das aus reinen Erzen gewonnene Kupfer.

Man wird daher veranlaßt, bei den Erzen eine ähnliche Classifikation [illegible] machen, wie auf den englischen Hütten. Man kann reine und vermengte [illegible] unterscheiden; nur sehr selten ist es erforderlich, eine dritte Unterab- [illegible] für die sehr unreinen Erze zu machen, die uns eine schlechte

Kupfersorte zu geben vermögen. Es werden diese verschiedenen Erzclassen jede für sich zu Gute gemacht, jedoch mit sehr geringen Verschiedenheiten fast auf dieselbe Weise. Die Reihe der Prozesse ist ganz dieselbe, und die mehr oder minder wesentlichen Veränderungen, welche jeder derselben nach der verschiedenartigen Beschaffenheit der Erze erleiden muß, können sehr leicht aus den allgemeinen Betrachtungen abgeleitet werden, welche weiter oben gemacht worden sind, und es ist daher nicht erforderlich, hier nochmals darauf einzugehen. Wir werden uns daher auf die Beschreibung der Arbeit mit gemengten Erzen beschränken. Dennoch bleibt es fest stehen, daß bei Anlieferung der Erze die obige Classifikation gemacht wird, wenigstens insofern dieß die unregelmäßigen Anlieferungen gestatten, wobei auch noch berücksichtigt werden muß, daß man die von der Hütte angekauften, mehr oder weniger unreinen Erze nicht zu lange in Vorrath behalten darf.

Die Rösthaufen werden auf Sohlen von festgestampftem Lehm aufgeführt und gegen die Meereswinde durch eine niedrige Mauer geschützt. Man sucht Haufen von 100—150 Tonnen zu machen, allein wenn die Erzanlieferungen auf sich warten lassen, so sieht man sich auch häufig genöthigt, nur 40—50 Tonnen in einem Haufen zu vereinigen. 100 Tonnen kann man als die durchschnittliche, günstigste Gewichtsmenge für einen Rösthaufen annehmen, und auf dieses Quantum sollen auch die Röstkosten berechnet werden.

Man wird sich einen Begriff von dem bedeutenden Umfang der Röstplätze machen, wenn man bemerkt, daß zur Vollendung der Röstung eines Haufens von 100 Tonnen wenigstens zwei Monate erforderlich sind. Rechnet man die Zeit hinzu, die zum Aufsetzen der Haufen und zum Transport der gerösteten Prozesse zu den Krummöfen erforderlich ist, so wird man einsehen, daß jährlich auf einer und derselben Röststelle nur 4 verschiedene Haufen abgerichtet werden können. Sollen nun jährlich 18,000 Tonnen geröstet werden, d. h. also 180 Haufen zu 100 Tonnen, so muß man den erforderlichen Platz für 45—50 Haufen haben.

Fünf Arbeiter sind speciell mit der Aufwerfung der Haufen und mit dem Röstbetriebe beschäftigt, allein sie werden von Karrenläufern unterstützt, deren Anzahl nach der Menge der zu verröstenden Erze verschieden ist. Man kann auf 100 Tonnen Erz 15 Tage Schichten rechnen, und der Lohn beträgt im Durchschnitt für die Schicht 6 Frcs.

Die Menge des zum Anzünden der Haufen erforderlichen Holzes hängt von der Beschaffenheit der Erze und den atmosphärischen Zuständen ab; zu unreinen Erzen ist weniger Holz erforderlich, indem mit demselben stets mehr Schwefelkies vermengt ist, der sich leicht entzündet und alsdann viel Wärme entwickelt; dagegen muß man arme Erze mit quarziger Gangart sehr stark anfeuern. In kalten und feuchten Jahreszeiten muß zur Anfeuerung eine weit größere Hitze entwickelt werden, um die Erze zu trocknen und zu erhitzen. Im Durchschnitt kann man als mittlern Brennmaterialverbrauch bei einem Haufen von 100 Tonnen gewöhnlicher kiesiger Erze mit einem mittlern Gehalt von 17—20 Procent, denen 10—15 Procent Schwefelkies beigemengt sind, zu 7,70 Kubikmeter Holz annehmen. Die Sohle, auf welche die Haufen auf[illegible], nimmt Oxyde und Sulphate auf, und man muß [illegible]en und beim Rohkupferschmelzen den gewöh[illegible] der Röstsohlen ist ein sehr

zweckmäßiges Zuschlagsmittel, und man darf annehmen, daß man etwa 1000 Tonnen von diesem Material gewinnt.

Specialkosten der Haufenröstung. — Die Special- oder Hüttenkosten, auf 1 Tonne Erz zurückgeführt, sind die folgenden:

Holz 0,0760 Kubik-Meter, d. h. 0,0430 Tonnen . . .	0,268 Frcs.
Arbeitslöhne und Transportkosten 0,15 Schichten . . .	0,900 „
Summa	1,168 Frcs.

Unter gewöhnlichen Verhältnissen betragen die Arbeitslöhne und die Brennmaterialien bei der Röstung etwa 0,50 Frcs.

Die einzigen Producte bei dem Prozeß sind die gerösteten Erze und der kupferhaltige Lehm der Röstsohle. Den Schwefel fängt man nicht auf, wie dieß in mehreren europäischen Hütten geschieht. Es rührt dieß daher, weil den gewöhnlich zu Gute gemachten Erzen nur weniger Schwefelkies beigemengt ist; gewöhnlich sind es Kupferkiese mit quarziger Gangart, aus denen nur eine geringe Schwefelmenge gewonnen werden könnte, so daß es nicht der Mühe werth wäre, sie aufzufangen. Den unreinen Erzen ist mehr Schwefelkies beigemengt und man könnte daher bei der Röstung einige Tonnen Schwefel gewinnen; allein es werden diese Kiese nur in der Absicht beigemengt, um die Destillation des Arsens und Antimons zu erleichtern, und es würde daher der gewonnene Schwefel sehr unrein sein. Er würde nur nach einer schwierigen Reinigung Handelswerth haben, und würde besondere Vorrichtungen erfordern, deren Anlagekosten durch die geringe Schwefelmenge nicht gedeckt werden würde.

Die Erze müssen durch die Röstung etwas von ihrem Gewicht verlieren. Allein man bringt diesen Verlust nicht in Rechnung; bei dem Rohschmelzen beziehen sich die Erzmengen auf ungeröstetes Erz.

Zweiter Prozeß. — Darstellung des Steins oder Rohschmelzen. — Die in der Bostoner Hütte angewendeten niedrigen Krummöfen passen nicht recht gut für die verschiedene Beschaffenheit der Erze; für reine Erze sind sie sehr zweckmäßig, da man den Schmelzprozeß in einer sehr hohen Temperatur führen kann, und da man in den sehr kieseligen Schlacken den größten Theil des Eisens, welches bei der Röstung in Oxyd verwandelt wurde, zurückzubehalten im Stande ist. Es sind aber die Oefen für unreine Erze viel zu niedrig, indem für diese nur eine langsame Schmelzung zweckmäßig ist, da die Beschickung lange Zeit unter einer sehr mäßigen reducirenden Einwirkung in einer mäßigen Temperatur erhalten werden muß. Man sucht bei Zugutemachung aller Erze möglichst an Brennmaterial zu ersparen und verschmelzt daher in der gegebenen Zeit eine bedeutende Menge von Material. Zur Reinigung, d. h. zur Vertreibung des Arsens und Antimons benutzt man die Schmelzung nur sehr unvollkommen. Bei sehr unreinen Erzen könnte man daher bei der zu Boston angenommenen Methode nur eine sehr geringe Kupfersorte gewinnen. Daher rührt auch die Abneigung der Hüttenbesitzer gegen den Ankauf zu unreiner Erze. Es würde jedoch sehr leicht sein, die Krummöfen, welche zum Rohschmelzen arsen- und antimonhaltiger Erze bestimmt sind, zu erhöhen; bei einem etwas höhern Brennmaterialverbrauch könnte man weit unreinere Erze, als sie von der Hütte angekauft werden, auf ein Kupfer von gewöhnlicher Beschaffenheit verschmelzen.

Es muß hier diese mangelhafte Einrichtung der Krummöfen, de

Höhe mit der Beschaffenheit der zu Gute zu machenden Erze, verschieden sein muß, angegeben werden. Einer um so größern Reinigung, die Erze bedürfen, um so höher müssen die Oefen sein.

Arbeiterpersonal. — Jeder Ofen ist mit vier Schmelzern belegt, die sich je zwei in zwölfstündigen Schichten ablösen. Einer von den Arbeitern in jeder Schicht ist mit der speciellen Leitung des Betriebes beschäftigt. Ein Hüttenmeister leitet den Betrieb aller Oefen, indem er die Zusammensetzung der Beschickung, das Verhältniß der Anthracitgichten u. s. w. angiebt. — Der Transport der Materialien und der Schmelzproducte wird durch vier Karrenläufer für die ganze Hütte bewirkt, welche jedoch nur an den Tagschichten arbeiten. Der Hüttenmeister hat noch einen Gehülfen für die Nachtschichten.

Die Anzahl der unter gewöhnlichen Verhältnissen der Erzanlieferung im Betriebe stehenden Oefen beträgt sieben bis acht. Das Schmelzerpersonal beim Rohschmelzen ist daher das nachstehende:

1 Hüttenmeister, der täglich 12 Frcs. Löhnung erhält.
1 Nachtaufseher mit 10 Frcs. Löhnung.
4 Karrenläufer zu 5 Frcs. täglich.
14—16 Schmelzer 8 Frcs. für die Schicht.
14—16 Gehülfen 6 Frcs. für die Schicht.

Beschickung. — Außer den gerösteten Erzen kommen noch zur Beschickung: der kupferhaltige Lehm von den Röstsohlen; eine geringe Menge von oxydirten oder geschwefelten Erzen, welche geringe Mengen von Arsen und Antimon enthalten; die Schlacken vom Schwarzkupferschmelzen; Reste von den Oefen und von den Gestübbeherden; die ersten Gaarschlacken von der Zugutemachung unreiner Erze.

Als Flußmittel für die quarzigen Gangarten der Erze setzt man 8 bis 12 Proc. Austerschalen hinzu, die zu sehr geringen Preisen angekauft werden können. Diese verschiedenen Materialien werden in dünnen Schichten auf den Hüttensohlen vor den Oefen ausgebreitet, so daß die Höhe eines solchen Vormaßes 0,20 Met. nicht übersteigt. Ein jeder Haufen dieser Art enthält eine Tonne geröstetes Erz.

Ihre Zusammensetzung ist nach der Beschaffenheit der Erze, nach der Regelmäßigkeit der Röstung, nach der Menge der kupferhaltigen Rückstände, die in der Hütte vorhanden sind, sehr verschieden. Man sucht sie während der ganzen Dauer einer Schmelzcompagne möglichst constant zu erhalten, wenigstens, wenn der Ofengang in Ordnung bleibt und keine Veränderung veranlaßt. Man kann jedoch die Beschickung stets constant erhalten, und die Anthracitgichten verändern, je nachdem der Ofen heiß oder kalt gehen soll.

Die Zahlenwerthe der gewöhnlichen Zusammensetzung einer Beschickung sind die folgenden:

Geröstete kiesige Erze	1,000	Tonne.
Unreine, ungeröstete Erze	0,033	„
Röstsohle, Herd u. s. w.	0,050	„
Reiche Schlacken von dem dritten Prozeß und vom Gaarmachen . . .	0,330	„
Austerschalen	0,100	„
Summa	1,513	Tonne.

Beschreibung einer Campagne. — Nachdem der Ofen reparirt und mehre Tage hindurch an der Luft getrocknet worden ist, wärmt man ihn nach und nach mit Holzkohlen an; ist der untere Theil rothglühend, so giebt man Anthracitgichten auf und dann etwas Wind.

Auf diese Weise weicht das Anblasen etwas von der in europäischen Hütten üblichen ab, indem man hier nur dann Wind giebt, wenn der Ofen schon in gehöriger Hitze ist. Der Anthracit kann nur unter einer starken Windpressung verbrennen und kann nur dazu benutzt werden, den Ofen in eine hohe Temperatur zu bringen, wenn er vorher schon mit Holzkohlen getrocknet und abgewärmt worden ist.

Sobald der Ofen die zweckmäßige Temperatur erlangt hat, welches nach etwa zwölf Stunden der Fall, setzt man Schlacken an der Vorderseite auf und der Schmelzer sucht eine Nase in dem Maß zu bilden, als die geschmolzenen Schlacken vor der Form anlangen. Von diesem Augenblick ab giebt man die Beschickung an der Vorderseite und Anthracit an der Brustseite auf, steigert auch nach und nach die Windmenge, bis daß man den Normalbetrieb erlangt hat, welches unter den gewöhnlichsten Verhältnissen nach drei Tagen der Fall ist. Man verändert diese Windmenge nach der Leichtigkeit, mit welcher die Schlacken schmelzen, während die Pressung dieselbe bleibt. Das Verhältniß des Brennmaterials ist ebenfalls nach dem Gange verschieden; der Beamte und sein Gehülfe geben die Anzahl der mit Anthracit gefüllten Körbe an, die im Verhältniß zu einer constanten Anzahl von Trögen mit Beschickung aufgegeben werden müssen. Die Ofenwände werden sehr bald zerfressen, so daß man nach 14—16 Tagen ausblasen muß, 14 Tage aber als mittlere Dauer einer Campagne annehmen kann.

Während dieser Zeit setzt man 90 Beschickungen durch, wenn nicht Versetzungen oder andere Unfälle bei dem Betriebe vorkommen. Nimmt man den Durchschnitt einer Campagne an, so werden in 24 Stunden 6 Tonnen geröstetes Erz, d. h. 9,078 Tonnen Beschickungen durchgesetzt; während der ersten und während der letzten Tage einer Campagne kann man freilich diese Zahl erreichen und muß während der acht oder zehn Tage eines sehr guten Betriebs, mehr als 10 Tonnen Beschickung in 24 Stunden verschmelzen.

Das Rohschmelzen erfolgt daher sehr rasch und bei einer sehr hohen Temperatur; wir glauben nicht, daß in Europa irgend eine Kupferhütte vorhanden ist, in der man in Krummöfen eine so bedeutende Erzmenge in einer gegebenen Zeit durchsetzt. Es ist nicht unsere Absicht, die Bostoner Hütte als ein Musterwerk aufzustellen, und haben wir uns bereits über die bedeutenden Nachtheile der zu schnell geführten Schmelzprozesse ausgesprochen; sie bewirken eine Brennmaterialersparung auf Rechnung der Qualität des Kupfers, sobald die Erze nicht sehr rein sind. Die Arbeit ist eine bei weitem einfachere, als bei den Schmelzprozessen in den Flammöfen. Der schwierigste Theil besteht in der Unterhaltung der zweckmäßigen Länge der Nase, indem der gute Zustand derselben der wesentlichste Punct für den regelmäßigen Betrieb des Ofens ist; es lassen sich keine Angaben über diesen Gegenstand machen und die Geschicklichkeit der Arbeiter allein kann diese Verlängerung der Form in der Mitte der unvollkommen geschmolzenen Substanzen, die in den Tiegel hinabsinken, erhalten. Das Aufgeben oder Aufsetzen erfolgt durch die Oeffnung über der Brust; die Arbeiter müssen her auf das Gestübbe treten, welches durch eine Blechplatte geschi

indem sie einen Korb voll Anthracit oder einen Trog voll Beschickung auf ihrem Kopf tragen und deren Inhalt so in den Ofen werfen, daß die beiden verschiedenen Materialien gehörig von einander getrennt sind. Der Augenblick des Aufgebens wird durch das Einsinken der Materialien in der Gicht, so wie durch die lebhafte Verbrennung der Gase in derselben angedeutet.

Während der ganzen Campagne fließen die Schlacken über die Gestübbebrust frei ab und fallen auf die Hüttensohle; ihre Flüssigkeit und ihre Farbe geben dem Beamten ein Zeichen, nach welcher Richtung hin er die Zusammensetzung der Beschickung, oder vielmehr das Verhältniß des Brennmaterials verändern soll. Die Schlacken sind gewöhnlich sehr kupferarm, indem sie kein Oxydul und nur so wenig Steinkörner enthalten, daß dieß ganz unberücksichtigt gelassen werden kann. Auf Anweisung des Beamten werden die armen Schlacken in blecherne Wagen geladen und auf einer Eisenbahn bis zum Schlackenhaufen geführt.

Die Abstiche werden nach kurzen Zwischenräumen drei bis vier Mal in der Schicht gemacht, je nach der Anzahl der in derselben Zeit aufgegebenen Beschickungsmengen. Der äußere Spurtiegel muß, wenn er reparirt worden ist, mit glühenden Schlacken getrocknet werden, und es ist diese Arbeit sehr häufig zu wiederholen.

Zur Bewirkung des Abstichs führt der Schmelzer seinen Spieß durch den Kanal in dem Gestübbe, indem er den Lehm, womit derselbe verschlossen ist, aufsticht; der Stein und dann die Schlacken fließen in den Spurtiegel ab. Der Wind wird gegen Ende des Abstichs abgesperrt, etwa in den Moment, in welchem die Schlacken erscheinen. Nachdem auch diese abgelaufen sind, wird der Abstichkanal mit einer Brechstange gereinigt und sobald er zu eng geworden ist, erweitert und darauf mit einem Lehmbatzen am Ende einer hölzernen Stange wieder verschlossen. Es werden darauf die Materialien weggenommen, welche den Vortiegel verschließen, der Zustand desselben wird untersucht, er wird, wenn es erforderlich ist, gereinigt und alsdann der Vortiegel mit erhärteten Schlackenplatten und kleinem Brennmaterial verschlossen.

Man giebt von Neuem Wind und setzt den Betrieb fort.

Das Abstechen ist der sauerste Theil der Arbeit, besonders wenn der Tiegel gereinigt werden und eine gekrümmte Brechstange eingeführt werden muß, um den Niedergang der Beschickung und des Brennmaterials zu befördern. Die Arbeit muß sehr rasch ausgeführt werden, weil der Wind nur eine kurze Zeit abgestellt werden darf; er allein kann das Schmelzen der Nase verhindern, und wenn dieselbe verstopft oder zum Theil geschmolzen ist, so hält es schwer, sie auf die zweckmäßigen Dimensionen zurückzuführen.

Nach jedem Abstich wartet man bis die Schlacke in dem Sumpf erstarrt worden ist, um sie in einem Stück abheben zu können; dieses Stück enthält fast alle Steingranalien, bleibt daher in der Hütte, wird zerschlagen und gelangt zur Beschickung bei dem Schwarzkupferschmelzen.

Darauf wird der Stein in Scheiben abgehoben, bei welcher Arbeit der Beamte oder sein Gehülfe gegenwärtig sein muß; die Dicke der Scheiben ist nach der Beschaffenheit der Erze verschieden und beträgt 0,025—0,035 Meter. Darauf wird der Stein gewogen und mit einem Hammer vor jedem Ofen zerschlagen, worauf er zu den Röststadeln geschafft wird. Diese Arbeiten werden von den Karrenl[illegible]t.

Haushaltsverhältnisse. — Zur Berechnung der Specialkosten soll eine 14tägige Campagne als Durchschnitt angenommen werden und man kann dieselbe als sehr wenig von den mittlern Resultaten eines ganzen Jahres entfernt annehmen.

Während dieser Campagne sind 90 Tonnen gerösteter und 3 Tonnen ungerösteter Erze durchgesetzt; es wurden 52 Tonnen Stein gewonnen, die fast regelmäßig 34—35 Proc. Kupfer enthalten. Die Ausgaben und der Materialverbrauch dabei waren die folgenden:

Holzkohle zum Abwärmen und Ausblasen 0,600 Tonnen à 65 Frcs.	39 Frcs.
Anthracit 18 Tonnen à 42 Frcs.	756 „
Gestübbe für die Tiegel	60 „
Arbeitslöhne und Beaufsichtigung, 75 Schichten	495 „
8 Tonnen Austerschalen als Fluß	32 „
Gezähe, Reparaturen, diverse Kosten	75 „
Summa	1457 Frcs.

Aus diesen Zahlen kann man die Specialkosten der Steingewinnung, auf eine Tonne zurückgeführt, wie folgt ableiten:

Holzkohlen, 0,0065 Tonnen	0,423 Frcs.
Anthracit, 0,194 Tonnen	8,148 „
Gestübbe	0,645 „
Arbeitslöhne und Beaufsichtigung, 0,806 Schichten	5,322 „
Fluß, 0,085 Tonnen	0,340 „
Werkzeuge, Reparaturen, diverse Kosten	0,806 „
Summa	15,684 Frcs.

Man gewinnt aus einer Tonne Erz 0,559 Stein.

Zu diesen Kosten kommen aber noch die Ausgaben für die Dampfmaschine und das Gebläse, welche in 24 Stunden die folgenden sind:

Arbeitslöhne, 2,50 Schichten à 6 Frcs.	15,00 Frcs.
Steinkohlen, 3,20 Tonnen à 35 Frcs.	112,00 „
Oel und verschiedene Kosten	12,50 „
Summa	139,50 Frcs.

Der Bruchtheil dieser Kosten, der auf das Steinschmelzen kommt, hängt von der Anzahl der im Betriebe stehenden Oefen ab. Man kann annehmen, daß wenigstens zehn Oefen zu gleicher Zeit im Gange sind, und daß folglich die Gebläsekosten für die ganze Campagne und auf die Tonne Erze folgende Kosten veranlassen:

Für die Campagne:

Arbeitslöhne, 3,75 Schichten	22,50 Frcs.
Steinkohlen, 4,50 Tonnen	167,50 „
Oel und diverse Kosten	18,75 „
Summa	208,75 Frcs.

Auf die Tonne Erz:

Arbeitslöhne, 0,40 Schichten	0,240 Frcs.
Steinkohlen, 0,048 Frcs.	1,680 „
Oel und diverse Kosten	0,201 „
Summa	2,121 Frcs.

Nach diesen Zahlen und nach den Verhältnissen der Bostoner Hütte erfordert die Gewinnung des Steins aus reichen Erzen im Krummofen: auf die Tonne der verschmolzenen Erze:

Arbeitslöhne, 0,846 Schichten.
Brennmaterial, 0,2485 Tonnen.

Man sieht zu gleicher Zeit, daß als mittleres Resultat einer Campagne ein Ofen in 24 Stunden 6,20 Tonnen Erz und 9,17 Tonnen Beschickung verschmelzen kann, wobei 1,20 Tonnen Anthracit verbraucht werden. Das Gebläse verbrennt in derselben Zeit 0,30 Tonnen Steinkohlen von sehr guter Beschaffenheit.

Diese Zahlen sind für die Vergleichung der in den Flammöfen und in den Krummöfen erlangten Resultate von Nutzen.

Producte. — Jeder Krummofen kann jährlich 16—17 Campagne machen; um daher jährlich 18,600 Tonnen Erz auf Stein verschmelzen zu können, sind zwölf Oefen erforderlich. Man gewinnt 10,400 Tonnen Stein, welche im Durchschnitt enthalten:

Kupfer	0,355
Eisen	0,310
Schwefel	0,325
Summa	0,990.

Der Stein enthält etwas Arsen und Antimon in nach der Beschaffenheit der Erze veränderlichen Verhältnissen. Man sieht, daß der aus den reichen Erzen und im Krummofen gewonnene Stein fast dieselbe Zusammensetzung hat, wie der bei der englischen Methode erhaltene Bronzestein der jedoch aus weit ärmern Erzen dargestellt worden ist.

Wenn man in der Hütte zu Boston sehr reine und sehr reiche Erz für sich zu Gute macht, so hat der Stein einen etwas höhern Kupfergehal und man erhält zu gleicher Zeit eine geringe Menge Schwarzkupfer. Di dabei fallende Schlacke enthält viel Kupferoxydul und kann nicht weggestürz werden, sondern wird der Beschickung bei der Darstellung von Stein au minder reinen Erzen zugeschlagen.

Die bei der Verarbeitung gewöhnlicher Erze fallenden Schacken enthalten nicht mehr als 0,0035 Kupfer, hauptsächlich als Steinkörner Sie sind sehr kieselig, indem die Analyse 0,52 davon nachwies; die beiden Hauptbasen sind Eisenoxydul und Kalkerde. Die Schlacken sind oder sollten wenigstens sehr flüssig sein und nicht wie die bei der Darstellung des Bronzesteins fallenden nicht aufgelöste Quarzbruchstücke enthalten. Alle erdigen Substanzen der Gangarten der Erze und der verschiedenen andern zur Beschickung gelangenden Materialien sind vollkommen unter einander und mit dem Eisenoxyd verbunden, welches bei der Erzröstung entstanden ist

Dritter Prozeß. — Steinröstung. — Der Stein gelangt zur Rösthütte und wird dort in sehr unregelmäßige aber gewöhnlich sehr klein Stücke zerschlagen, deren Stärke im Allgemeinen 25—35 Millimet. beträgt Man sucht bei dem Zerschlagen Staub zu vermeiden, allein es ist unmöglich, dessen Verhältniß auf weniger als 12—15 Proc. von der Steinmenge zu vermindern.

Die Röstung erfolgt in zwei Feuern [illegible]der, sowohl für die reinen, als auch für die gewöhnlichen Er[illegible] Stein von seh unreinen Erzen giebt man drei Feuer.

Die Charge eines Stadels besteht in 6 Tonnen beim ersten Feuer, während sie beim zweiten etwas geringer ist, da die kleinen Stücken zum Theil einem zweiten Feuer nicht unterworfen zu werden brauchen.

Betrieb. — Auf dem Rost bringt man eine Schicht von kleinem Holz, etwa ¼ Cubikmeter, darüber werden die Steinstücke gesetzt, indem man die größten unten und die kleinern oben anbringt, und die Masse mit kleinen Stückchen und Staub bedeckt. Der vordere Theil des Stadels wird mit einer trocknen Ziegelsteinmauer geschlossen und das Holz auf dem Rost entzündet. Die Verbrennung geht von selbst vorwärts und nach Verlauf von drei Tagen hat das Feuer bis zu der Decke von Steinklein gelangen können. Man nimmt alsdann die vordere Mauer weg und den gerösteten Stein aus dem Stadel.

Alle kleine Stücke, welche hinreichend geröstet erscheinen, werden bei Seite geworfen, während die übrigen ein zweites Feuer entweder in demselben Stadel, oder in einem benachbarten, halten. Zu dem zweiten Feuer verwendet man etwas mehr Holz und vermengt auch eine kleine Menge mit den größten Steinstücken. Das zweite Feuer ist gewöhnlich nach zwei Tagen vollendet. Zu beiden Röstprozessen ist daher weniger als eine Woche erforderlich; die beiden Gebäude, von denen jedes 16 Stadel enthält, reichen daher zur Röstung der 10,400 Tonnen Stein, die man jährlich röstet, vollkommen hin.

Die ganze Arbeit wird durch vier Röster und vier Gehülfen ausgeführt, die für die zwölfstündige Schicht, die erstern 7 und die letztern 6 Frcs. an Lohn erhalten.

Der geröstete Stein wird nach der Krummofenhütte geschafft und gelangt in die Beschickung zu dem Schwarzkupferschmelzen, wobei man die Gichten nach dem Gewicht des Steins vor dem Rösten zusammensetzt.

Ueber den Schwefelgehalt des gerösteten Steins können wir keine irgend genaue Zahl mittheilen; auch ist sein Verhältniß nach der Beschaffenheit der Erze verschieden. Herr Rivot fand in einem Stück von der gewöhnlichen Arbeit, d. h. von der Zugutemachung ziemlich reiner Erze 11 Proc. Schwefel in Verbindung mit den Metallen.

Haushaltsverhältnisse. — Die vorhergehenden Zahlen gestatten eine annähernde Kostenberechnung der Röstung in zwei Feuern auf die Tonne Erz; diese Kosten sind etwa die folgenden:

Arbeitslöhne, 0,24 Schichten	1,560 Frcs.
Holz, 0,08 Tonnen	0,706 „
Summa	2,266 Frcs.

Dieß giebt für die Röstkosten auf eine Tonne Erz zurückgeführt:

Arbeitslöhne, 0,134 Schichten	0,874 Frcs.
Brennmaterial, 0,044 Tonnen	0,395 „
Summa	1,269 Frcs.

Vierter Prozeß. — Schwarzkupferschmelzen. — Zum Schwarzkupferschmelzen kommen: die 10,400 Tonnen gerösteter Stein; 11,000 Tonnen reiche und reine oxydirte und kohlensaure Erze; endlich der Stein, der bei dem Prozeß selbst erzeugt ist und der in etwa 600 Tonnen im ganzen Jahre besteht. Dieser Stein ist vorher in einem einzigen Feuer in Stadeln abgeröstet worden.

Man schlägt der Beschickung zu: die sehr reichen Gaarschlacken; einen Theil von den Schlacken, welche die meisten Steinkörner enthalten, sowohl von dem Prozesse selbst, als auch von dem Rohschmelzen; endlich Herd- und andere Ofenreste von der Zugutemachung reiner Erze.

Die quarzigen Gangarten der Erze, die kieseligen Schlacken und die Ofenreste bilden eine solche Kieselmenge, daß fast das ganze Eisenoxyd des gerösteten Steins verschlackt und im Zustande des Silicats erhalten werden kann, ohnerachtet der hohen Temperatur und der bedeutenden Reductionskraft, welche die Oefen entwickeln. Die producirten Schlacken müssen wenigstens 40 Proc. Kieselerde enthalten. Die Beschaffenheit des benutzten Brennmaterials giebt eine sehr hohe Temperatur und ein sehr rasches Schmelzen; die Bedingung, das Eisenoxyd gegen die Reduction durch die Gase zu schützen, erfordert die Anwendung sehr niedriger Oefen, und es kann daher der Prozeß nicht so benutzt werden, wie es in höhern Oefen und bei einem minder hitzigen Gang zur Vertreibung des Arsens und Antimons der Fall sein kann. Der Brennmaterialverbrauch ist sehr gering, weil man in einer gegebenen Zeit eine sehr bedeutende Menge von Stein und Erz durchschmelzen kann.

Es muß aber wiederholt werden, daß der sehr rasche Schmelzprozeß mit Anthracit, wie er in der Hütte zu Boston bewirkt wird, für sehr unreine Erze nicht paßt.

Die mittlere Zusammensetzung der Beschickung ist die folgende:

Gerösteter Stein vom ersten Schmelzen	1,000	Tonnen.
Oxydirte und kohlensaure Erze . . .	0,140	"
Gerösteter Stein vom Prozeß selbst .	0,060	"
Reiche Schlacken	0,080	"
Kieselige Schlacken	0,450	"
Ofenreste	0,050	"
Summa	1,780	Tonnen.

Wenn der Ofen in gutem Betriebe ist, so kann man in 24 Stunden acht bis neun Beschickungen durchschmelzen.

Arbeiterpersonal. — Die zum Betriebe eines Ofens erforderliche Arbeiterzahl ist dieselbe, wie bei dem Rohschmelzen und die Beaufsichtigung wird von dem Hüttenmeister und seinem Gehülfen geführt, die auch, wie schon bemerkt, den Betrieb des Rohschmelzens leiten. Zwei Tagelöhner dienen zum Vorlaufen der Materialien und zum Fortschaffen der Producte.

Der gewöhnliche Betrieb. — Das Abwärmen eines Ofens, der ein neues Futter von feuerfesten Ziegelsteinen und einen neuen Gestübbeherd erhalten hat, wird mit Holzkohlen bewirkt; Anthracit giebt man erst dann auf, wenn der untere Theil des Ofenschachtes rothglühend geworden ist, und man giebt alsdann Wind, ohne welchen der Anthracit nicht verbrannt werden kann. Man sucht alsdann dadurch eine Nase zu bilden, daß man Schlacken gegen die Vorderseite wirft, und wenn es gelungen ist, ihr die nöthigen Dimensionen zu geben, so setzt man die Beschickung gegen die Vorderseite und den Anthracit [illegible] der Brustseite auf. Nach Verlauf von drei Tagen ist der Ofen [illegible] guten Betrieb gekommen, so daß man acht bis neun Beschick[illegible] bis neun Stunden durchsetzen kann und dabei 1,25 T[illegible]braucht.

Der Beamte verändert die Zusammensetzung der Beschickung und hauptsächlich das Verhältniß der kieseligen Schlacken nach deren Leichtflüssigkeit beim Ablaufen über das Gestübbe. Es regulirt die Windmenge und die Anzahl der für jede Gicht aufzugebenden Körbe mit Anthracit, je nachdem er den Ofengang zu hitzig oder zu kalt hält.

Wenn keine Versetzung eine Betriebseinstellung erfordert und der Ofenschacht, so wie der Herd, noch in gutem Stande sind, so kann eine Campagne 14 Tage bis drei Wochen dauern. Man kann jedoch 14 Tage als die mittlere Dauer einer Campagne annehmen, und kann in dieser Zeit etwa 120 Tonnen gerösteten Stein oder 206—207 Tonnen von den Materialien der Beschickungen verschmelzen.

Das Auftragen der Gichten und die Abstiche werden ganz wie bei dem ersten Schmelzen ausgeführt.

Producte. — Man erhält sehr zahlreiche Producte.

Die Schlacken, welche zwischen den Abstichen über das Gestübbe des Vortiegels ablaufen, sind im Allgemeinen arm an Kupfer; sie enthalten etwas Oxydulsilicat und einige feine Körner eingemengt; gewöhnlich übersteigt ihr Kupfergehalt 2 Proc. nicht und sie kommen zum Rohschmelzen.

Bei jedem Abstich erhält man in dem äußern Sumpf Schwarzkupfer, Stein und Schlacke. Diese letztere wird als eine einzige Scheibe abgehoben, sobald sie gänzlich erstarrt ist. Sie enthält häufig große Granalien, die ihren Kupfergehalt wesentlich erhöhen; man zerschlägt sie daher mit dem Hammer und bringt sie unmittelbar in die Beschickung des Prozesses selbst.

Die Menge des Steins ist stets gering, man hebt ihn in einer einzigen sehr dünnen Scheibe ab, wiegt ihn, zerschlägt ihn in sehr kleine Stücke und schafft ihn zu den Röststadeln.

Dieser Stein ist zu gleicher Zeit sehr reich und sehr rein; sein Kupfergehalt beträgt selten unter 65 Proc.

Das Schwarzkupfer ist das Hauptproduct des Prozesses; sobald seine Oberfläche gehörig abgeschäumt ist, schöpft man es mit Kellen aus dem Sumpf, in welchem es abgestochen wurde und gießt es in gußeiserne Formen. Seine Reinheit hängt von der Beschaffenheit der zu Gute gemachten Erze ab; am Boden einer jeden Form ist ein besonderes Zeichen angebracht, mit dessen Hülfe man die Beschaffenheit des hineingegossenen Kupfers erkennen kann. Es sind nur drei verschiedene Marken nöthig: für sehr reine Erze, für gewöhnliche Erze und für sehr unreine Erze.

Diese Zeichen würden selbst dann ihren Nutzen haben, wenn das Gaarmachen in derselben Hütte statt fände; zu Boston müssen aber die Schwarzkupferblöcke (wenigstens war dieß im Jahre 1854, als der Verfasser die Hütte besuchte, der Fall) sehr weit versandt werden. Es ist daher zur Vermeidung jeder Verwirrung bei den Sendungen unerläßlich, jeden Block mit dem erforderlichen Zeichen zu versehen, wodurch die Beschaffenheit des zu Gute gemachten Erzes angegeben wird.

Das Schwarzkupfer enthält gewöhnlich 90—92 Kupfer; er enthält Eisen und Schwefel in fast gleichem Verhältniß, so wie auch Arsen und Antimon in sehr verschiedenartiger Menge, je nach der Beschaffenheit der Erze.

Man gewinnt in einer 14tägigen Campagne, während welcher man 120 Beschickungen, d. h. 120 Tonnen geröstete Erze und 24 Tonnen r... Erze oder Stein von dem Prozeß selbst durchsetzt, folgende Producte:

Reichen Stein . . .	7—8 Tonnen.
Schwarzkupfer . . .	56—57 „

Die 120 Tonnen Stein vom Rohschmelzen kommen von 215 Tonnen Erz; läßt man nun den reichen Stein, der stets von demselben Prozeß herkommt, unberücksichtigt, so sind die 57 Tonnen Schwarzkupfer das Product von 232 Tonnen Erz, welches ein Ausbringen von 0,246 Schwarzkupfer auf 1 zu Gute gemachtes Erz giebt.

Haushaltsverhältnisse. — Bei einer 14tägigen Campagne sind die Hüttenkosten folgende:

Holzkohlen zum Anfeuern, 0,60 Tonnen	39	Frcs.
Anthracit, 17,50 Tonnen	735	„
Gestübbe für den Tiegel und die Sümpfe . . .	60	„
Arbeitslöhne, 90 Schichten	540	„
Gezähe, Reparaturen, diverse Kosten	75	„
Summa	1449	Frcs.

Zu diesen Kosten kommen die für das Gebläse:

Arbeitslöhne, 1,875 Schichten	11,25	Frcs.
Steinkohlen, 2,250 Tonnen	83,75	„
Oel und diverse Kosten	9,375	„
Summa	104,375	Frcs.

Mit Hülfe dieser Zahlen kann man die Specialkosten des Schwarzkupferschmelzens für die Tonne gerösteten Stein und Erz, so wie auch für die Tonne des zu Gute gemachten Erzes berechnen

Für den ersten Fall muß man die vorhergehenden Zahlen mit 145 dividiren und für den zweiten Fall ist der Divisor 232.

Für die Tonne Stein und Erze.

Holzkohlen, 0,00414 Tonnen	0,269	Frcs.
Anthracit, 0,121 Tonnen	5,082	„
Gestübbe	0,414	„
Arbeitslöhne, 0,621 Schichten	4,036	„
Gezähe, diverse Kosten	0,517	„
Gebläse.		
Arbeitslöhne, 0,013 Schichten	0,078	„
Steinkohlen, 0,015 Tonnen	0,525	„
Oel und Diversa	0,065	„
Summa	10,986	Frcs.

Für die Tonne Erz.

Holzkohlen, 0,00258 Tonnen	0,168	Frcs.
Anthracit, 0,0075 Tonnen	3,150	„
Gestübbe	0,258	„
Arbeitslöhne, 0,387 Schichten	2,322	„
Gezähe, diverse Kosten	0,322	„
Gebläse.		
Arbeitslöhne, 0,008 Schichten	0,048	„
Steinkohlen, 0,009 Tonnen	0,315	„
Oel und Diversa	0,041	„
Summa	6,624	Frcs.

Röstung des zweiten Steins. — Jeder Krummofen kann jährlich 16—17 Campagnen machen, es sind daher zur Zugutemachung von 20,000 Tonnen Erzen, sechs Oefen zum Schwarzkupferprozeß erforderlich. Es werden 4900 Tonnen Schwarzkupfer producirt und außerdem gewinnt man den Stein, der nach einer Röstung in dasselbe Schmelzen zurückgeht. Das Verhältniß des Steins beträgt 3 Proc. von den Erzen, welche zwei Schmelzungen erlitten haben, d. h. 600 Tonnen jährlich. Es wird dieser reiche Stein beim Ausbringen auf Schwarzkupfer nicht berücksichtigt, da man ihn nicht besonders zu Gute macht, allein man muß die Röstkosten in einem Feuer berechnen, um die gesammten Kosten, welche das Verfahren in der Hütte zu Boston verursacht, zu erlangen. Diese Röstkosten auf die Tonne Stein sind annähernd:

Arbeitslöhne, 0,12 Schichten	0,780 Frcs.
Holz, 0,040 Tonnen	0,353 „
Summa	1,133 Frcs.

Um diese Kosten auf die Tonne Erz zurückzuführen, muß man sie mit dem Coefficienten 0,03 multipliciren, indem derselbe das Verhältniß darstellt, in welchem der Stein gewonnen ist:

Arbeitslöhne, 0,0036 Schichten . . .	0,0234 Frcs.
Holz, 0,0012 Tonnen	0,0106 „
Summa	0,0340 Frcs.

Fünfter Prozeß. — Das Gaarmachen und Raffiniren. — Das Gaarmachen wird in großen Flammöfen und auf dieselbe Weise ausgeführt wie in England. Die Unterschiede beziehen sich nur auf einzelne Puncte und sind zu unwesentlich, um den zu Boston angewendeten Prozeß besonders zu beschreiben.

Man setzt 8 Tonnen Schwarzkupfer in Blöcken auf die Herdsohle und schmilzt dieselben sehr langsam ein, jedoch ist die Zeit nach dem Grade der Unreinheit des Schwarzkupfers verschieden. Solches aus sehr reinen Erzen wird in 10 Stunden eingeschmolzen, allein Kupfer, welches bei der Zugutemachung unreiner Erze gewonnen ist, wird das langsame oxydirende Einschmelzen bis auf 15 und 16 Stunden verlängert. Die Periode der Reactionen und der Verschlackung erfordert nicht weniger als 6 Stunden.

Das Raffiniren endlich wird auf dieselbe Weise wie in den Hütten zu Swansea ausgeführt. Der ganze Prozeß ist in 24—30 Stunden beendigt, je nach der Beschaffenheit des gaar zu machenden Kupfers. Wöchentlich kann man in einem Ofen mit fünf Chargen 40 Tonnen Kupfer gaar machen. Der Sonnabend Nachmittag wird zur Reparatur der Wände und der Herdsohle benutzt; den Sonntag wird die Arbeit stets unterbrochen. Ein Ofen kann nur 58 Wochen benutzt werden, indem sein Inneres jährlich ganz neu hergestellt werden muß.

Zum Gaarmachen und Raffiniren der 4900 Tonnen Schwarzkupfer sind drei Oefen erforderlich.

Der Steinkohlenverbrauch ist etwas geringer als in England, weil die verwendeten Kohlen von trefflicher Beschaffenheit sind; man verbrennt je nach dem Zustande des Ofens 2,85 bis 3 Tonnen Kohlen in 24 Stunden.

Arbeiterpersonal. — Es sind stets zwei Oefen zu gleicher Zeit im Betriebe; sie erfordern:

1 Meister, der täglich 12 Frcs. Lohn erhält.

1 Aufseher für die Nachtschichten, der 8 Frcs. erhält.

2 Heizer mit 7 Frcs. Lohn jeder.

8 Arbeiter für das Laden und Abstechen des Ofens, die ebenfalls 7 Frcs. in der Schicht erhalten.

Producte. — Man erhält ziemlich viel Schlacken und mehr oder weniger reines Kupfer in Blöcken; die Reinheit hängt natürlich von der Reinheit der zu Gute gemachten Erze ab. Als secundäre Producte sind die Reste von dem Herde und den Wänden, so wie Gekrätz mancherlei Art anzusehen, die sämmtlich sehr kupferhaltig sind.

Bei der Zugutemachung der reinen Erze können alle Schlacken und kupferhaltigen Rückstände zum Schwarzkupferschmelzen gebracht werden. Wenn man aber dagegen Kupfer gaar macht, welches aus mehr oder weniger unreinen Erzen gewonnen ist, so enthalten die zuerst gefallenen Schlacken Antimon und müssen alsdann zum Steinschmelzen gebracht werden; eben so verhält es sich mit den Herd- und Ofenresten. Nur die zuletzt gefallenen Schlacken können zum Schwarzkupferschmelzen gelangen.

Je nach der Reinheit der zu Gute gemachten Erze gewinnt man 0,78 bis 0,83 raffinirtes Kupfer in Blöcken; aus 4900 Tonnen Schwarzkupfer daher etwa 4000 Tonnen verkäufliches Kupfer, d. h. 0,816 raffinirtes Kupfer aus 1 Schwarzkupfer und 0,20 aus 1 Erz.

Haushaltsverhältnisse. — Die Specialkosten für das Gaarmachen und das Raffiniren betragen auf 1 Tonne Schwarzkupfer Folgendes:

Steinkohlen, 0,38 Tonnen à 35 Frcs. . . .	13,300	Frcs.
Holzkohlen, 0,05 „ „ 75 „ . . .	3,750	„
Holz, 0,02 „ „ 9 „ . . .	0,180	„
Arbeitslöhne, 085 Schichten	6,345	„
Gezähe, Reparaturen, diverse Kosten	1,150	„
Sa.	24,725	Frcs.

Um die Kosten auf die Tonne Erz zurückzuführen, muß man die vorhergehenden Zahlen mit dem Coefficienten, 0,246 multipliciren, welcher das Verhältniß der Schwarzkupferproduction angiebt.

Steinkohlen, 0,0935 Tonnen	3,272	Frcs.
Holzkohlen, 0,0123 „	0,922	„
Holz, 0,005 „	0,045	„
Arbeitslöhne, 0,209 Schichten	1,561	„
Gezähe, Reparaturen, diverse Kosten . . .	1,287	„
Sa.	6,087	Frcs.

Es soll nun noch, wie bei der englischen Methode, eine Uebersicht der Hüttenkosten von der ganzen Zugutemachung, auf 1 Tonne Erz zurückgeführt, mitgetheilt werden:

Arbeitslöhne und Beaufsichtigung, 1,7376 Schichten	11,2904	Frcs.
Holz, 0,0806 Tonnen	0,7186	„
Anthracit, 0,2690 Tonnen	11,2980	„
Steinkohle, 0,1505 „	5,2670	„
Holzkohlen, 0,0214 „	1,5130	„
Gestübbe	0,9030	„
Fluß, 0,085 To[illegible] . . .	0,[illegible]	
Werkzeuge, Re[illegible]	[illegible]	

Bei diesen Zahlen muß man hauptsächlich diejenigen bemerken, welche die Brennmaterialien und die Arbeitslöhne repräsentiren:

Arbeitslöhne und Beaufsichtigung . . . 1,7376 Schichten
Brennmaterialien aller Art . . . . . 0,5215 Tonnen.

Vergleichung zwischen den englischen und den in der Hütte zu Boston angewendeten Hüttenprozessen. — Es ist nicht möglich, die mit beiden Methoden erlangten Resultate absolut mit einander zu vergleichen. Die in der Hütte zu Boston zu Gute gemachten Erze sind weit reiner und namentlich weit reicher, was einen großen Einfluß auf die Zahl der nothwendigen Prozesse und auf den Verbrauch von Brennmaterial hat. Es ist ganz sicher, daß, wenn man ärmere und unreinere Erze in Krummöfen zu Gute machte, man weit mehr Holz und Anthracit verbrauchen würde, weil man die beiden Schmelzungen langsamer führen und die Erz- und Steinröstung viel weiter treiben müßte. Dennoch muß bemerkt werden, daß bei ärmeren Erzen die Kosten für das Schwarzkupferschmelzen und das Gaarmachen, auf die Tonne Erz zurückgeführt, weit weniger hoch sein würden, weil man ein geringeres Verhältniß von Stein- und Schwarzkupfer gewinnen müßte.

Man darf daher folgern, daß, wenn man das Bostoner Verfahren auf ärmere und unreine Erze anwenden wollte, z. B. auf diejenigen, welche in Wales bei der gewöhnlichen Arbeit zu Gute gemacht werden, nur ein etwas stärkerer Brennnmaterialverbrauch stattfinden, der aber wahrscheinlich 0,60 auf 1 der zu Gute gemachten Erze nicht übersteigen würde.

Andererseits würden die Arbeitslöhne sicher etwas geringer sein, wodurch gewissermaßen eine Ausgleichung gegen den größern Brennmaterialverbrauch veranlaßt werden würde.

Es werden diese Betrachtungen nur in der Absicht angestellt, um zu zeigen, daß, wenn eine absolute Vergleichung der beiden Zugutemachungsmethoden unter den gewöhnlichsten Verhältnissen der englischen und der Bostoner Hütte unmöglich sind, die in beiden Beispielen angeführten Zahlen dennoch als Basis einer annähernden Auseinandersetzung der ökonomischen Vortheile der einen von den beiden Methoden gegen die andere, zu benutzen im Stande sein wird.

Zu dem Ende sollen die Kosten an Arbeit, Brennmaterial, Zuschlägen, Gestübbe, Gezähen und diversen Kosten bei der englischen und bei der Bostoner Methode, in nachstehender Tabelle zusammengestellt werden. Zur Feststellung der Begriffe wird angenommen, daß in beiden Fällen die Arbeitslöhne und die Brennmaterialkosten, die Bostoner und die Ankaufspreise der gewöhnlichen Erze bei der englischen Methode die englischen sind.

Tabelle über die Specialkosten, die sich auf die Zugutemachung einer Tonne Erz mittelst der englischen und mittelst der Methode in Schachtöfen beziehen.

	Englische Methode.			Bostoner Methode.	
Arbeitslöhne und Beaufsichtigung	1,844 Schichten	à 6,50 Frcs.	11,986 Frcs.	1,7376 Schichten	11,2904 Frcs.
Steinkohlen	1,797 Tonnen	à 35,00 „	62,895 „	0,1505 Tonnen	5,2670 „
Anthracit	0,069 „	à 42,00 „	0,290 „	0,2690 „	11,2980 „
Holzkohlen	—	—	—	0,0214 „	1,5130 „
Holz	0,0026 „	à 8,825 „	0,023 „	0,806 „	0,7186 „
Flußmittel	0,051 „	à 4,00 „	0,204 „	0,085 „	0,3400 „
Gezähe und diverse Kosten . .	—	—	1,652 „	—	2,5600 „
Summa der Zugutemachungskosten			77,005 Frcs.		32,987 Frcs.

Betrachtet man diese Tabelle genauer, so sieht man, daß die Ausgaben für Arbeitslöhne bei beiden Methoden fast gleich sind, daß aber der Brennmaterialverbrauch bei der Anwendung von Flammöfen dreimal größer ist. Dadurch entsteht der bei weitem geringere ökonomische Werth des englischen Verfahrens.

Der Kupferverlust ist vielleicht bei den Krummöfen geringer, als bei den Flammöfen; die Rohsteinschlacken enthalten sicher weniger Kupfer, als die bei dem Bronzesteinschmelzen gefallenen, und es sind die einzigen Materialien, die bei beiden Methoden weggestürzt werden.

In Beziehung auf die Fortschaffung der schädlichen Substanzen ist in dem vorliegenden Werke bei der allgemeinen Darstellung der Reactionen gezeigt, daß es möglich ist, hinlänglich reines Kupfer aus unreinen Erzen eben so gut im Schachtofen, ja selbst besser noch, als im Flammofen darzustellen.

Wir dürfen daher folgern, daß die englische Methode weniger haushälterisch und stets schwieriger, als die deutsche ist.

Bei der Anlage der Hütte in einem neuen Lande kann über die Wahl der einen von beiden Methoden kein Bedenken stattfinden, denn selbst wo die Brennmaterialien wohlfeil sind, darf die englische Methode nicht angewendet werden. Diese Folgerung beansprucht aber durchaus nicht die weitere, daß es zweckmäßig sein würde, die Zugutemachungsmethode in den Swansea-Hütten zu verändern. Die wirklichen Vortheile für die englischen Schmelzer liegen nicht in einer wohlfeilern Zugutemachung, sondern in ihrer commerziellen Geschicklichkeit beim Erzankauf und bei dem Vertrieb des fabricirten Kupfers.

Der Verfasser hat sich keine hinreichend genauen Nachrichten über die Generalkosten der Bostoner Hütten verschaffen können, und er übergeht sie daher hier lieber, als daß er ungenaue Zahlen mittheilt. Auch würde eine Vergleichung der englischen Hütten mit der amerikanischen aus dem Gesichtspuncte der Generalkosten, über die Grenzen dieses Werkes hinausgehen; sie könnten nur dann angestellt werden, wenn auch die commerciellen Gewohnheiten und Verhältnisse beider Länder gehörig berücksichtigt würden.

§. 7.

Viertes Beispiel. — Zugutemachung der kiesigen Erze in der Hütte zu Agordo in der Provinz Belluno in Venetien.

Die in der Hütte zu Agordo zu Gute gemachten Erze sind sehr arm an Kupfer und haben fast nur Schwefelkies als Gangart. Aehnliche Erze kommen noch an verschiedenen anderen Orten Europas vor und werden auch daselbst bergmännisch gewonnen, wie namentlich zu Rio-Tinto und zu Huelva in Spanien; allein an keinem Orte ist die Zugutemachung armer Erze so vollständig, wie in der österreichischen Hütte. Aus diesem Grunde hat es denn der Verfasser für zweckmäßig gehalten, die zu Agordo befolgten Hüttenprozesse zur Zugutemachung armer Erze mit Schwefelkiesgangart als Beispiel zu beschreiben.

Allgemeine Verhältnisse. — Das Bergweseninspectorat Agordo war früher dem Kameralmagistrate in Venedig untergeordnet, i

aber seit Anfang d. J. 1856 unmittelbar dem Finanzministerium zu Wien. Der Bergbau in Agordo auf Kupfer, Schwefel und Vitriol hat eine Ausdehnung von 2057 Hectaren oder 6 ital. Quadratmeilen, und die jährliche Erzeugung bestand im Jahr 1856 in 3302 Wiener Ctr. Gaarkupfer, 815 Ctr. Schwefel und 8867 Ctr. Eisenvitriol, mit einem Gesammt-Geldwerth von 234,083 Gulden Conventionsmünze. (Montan-Handbuch des österr. Kaiserthums für 1857, I, 196.) Der seit langen Jahren geführte Bergbau wird jetzt sehr gut und haushälterisch betrieben; das Hüttenwesen hat sehr viel Verbesserungen erhalten und erhält sie noch, und alle gehen darauf hinaus, die Selbstkosten und den Metallverlust zu vermindern. Die Arbeitslöhne sind billig, und obwohl das vegetabilische Brennmaterial nicht sehr häufig, so ist es doch verhältnißmäßig nicht sehr kostbar; der Vertrieb der Producte kann über Venedig sehr leicht bewirkt werden.

Die Hütte befindet sich daher unter relativ sehr günstigen Verhältnissen, hauptsächlich wenn man sie mit den Hütten von Rio-Tinto vergleicht, in welcher der Mangel an Brennmaterialien und der Verbindungswege die Zugutemachung auf dem nassen Wege zur nothwendigen Bedingung macht, der so unvollkommen ist, daß jährlich eine bedeutende Menge von Kupfer in den Rückständen verloren geht.

Erze. — Man baut zu Agordo in dem Vall-Imperina einen sehr mächtigen linsenförmigen Stock, der auf der Grenze des Schiefers und des alten Kalkes vorkommt. — Die größte Länge der Lagerstätte beträgt etwa 500 Meter; ihre Breite ist sehr verschieden und übersteigt 70 Meter an mehreren Puncten. Die Tiefe ist noch nicht hinreichend untersucht, jedoch scheint die Mächtigkeit mit derselben abzunehmen. Eine solche Lagerstätte kommt sicher nicht allein vor, und man darf daher hoffen, in der Zukunft eine andere zu entdecken, sobald Aufsuchungs- und Ausrichtungsarbeiten ernstlich vorgenommen werden.

Die Hauptmasse dieses Erzstockes besteht aus Schwefelkies, in welchem Arsenkies, Kupferkies, Blende und selbst Bleiglanz in einem innigen Gemenge in unregelmäßigen Trümmern oder kleinen Nestern, innig eingemengt, vorkommen. Kalkstein und Schiefer sind an den Berührungspuncten mit dem Erz wesentlich verändert, jedoch nur auf eine geringe Mächtigkeit mit ihm vermengt; die einzige erdige Gangart, die in einem wahrnehmbaren Verhältniß in den geförderten Erzen vorkommt, ist der Quarz, der in der Schwefelmetallmasse sehr unregelmäßige Trümmerchen bildet.

Bei der Förderung zerfallen die Erze in 3 Classen, deren Kupfergehalt der folgende ist: *)

Reiche Kiese . . .	6,053	Procent
Gewöhnliche Erze .	2,462	„
Arme Erze . . .	0,633	„

Im Jahre 1853 sind von der Grube zur Hütte gefördert 15000 Tonnen gewöhnliche und arme Erze und 320 Tonnen reiche Kiese; der mittlere Kupfergehalt hat 1,50 Proc. nicht überstiegen. Die Bergbaukosten,

---

*) Die hier angeführten Zahlen beziehen sich auf das Betriebsjahr 1853. — Man sehe die Abhandlung des Kaiserl. Französ. Bergingenieurs Haton über Agordo in den Annales des Mines, 5. Reihe, [illegible] S. 407 bis 495 nebst Abbildungen.

die Aufbereitung und der Transport der Erze bis zur Hütte haben auf die Tonne 9,50 Frcs. betragen.

Die mittlere Zusammensetzung der zu Gute zu machenden Erze ist die folgende:

Kupfer . . .	1,60
Zink und Eisen	42,00
Schwefel . . .	50,00
Arsen . . .	1,50
Quarz . . .	5,00
Sa.	100,00

Nach der Angabe des k. k. Bergwesen=Inspectors, Herrn v. Lürzer (Berg= und Hüttenmännsches Jahrbuch der k. k. Montan=Lehranstalt zu Leoben. Bd. III. Wien 1853, S. 340 ꝛc.) bestehen die Agordoer Erze wahrscheinlich aus einem innigen Gemenge von Schwefelkies, Magnetkies und Kupferkies, nebst mehr oder weniger Bergarten. Hr. v. Lürzer giebt zwar als durchschnittlichen Hauptbestandtheil der Erze in 100 Theilen an: 2 Kupfer, 43 Eisen, 50 Schwefel und 5 Bergarten, bei welchen letzteren auch die geringen und mehr seltenen Beimischungen an Blei, Zinn u. s. w. enthalten sind, und hiernach wäre allerdings wenig oder kein Magnetkies, sondern fast lediglich Schwefel und Kupferkies vorhanden, indem sonst nicht so viel Schwefel darin enthalten sein könnte.

Der Bearbeiter fügt diese Angaben denen des Verfassers bei, weil beide in verschiedenen Puncten Abweichungen von einander zeigen.

Der Verfasser fährt, wie folgt, weiter fort: Diese Zusammensetzung kann nur für den Kupfergehalt von hinlänglicher Genauigkeit sein, da er in dem Hüttenlaboratorium wiederholt bestimmt ist. Das Verhältniß des Schwefels, des Arsens (von dem Hr. v. Lürzer nichts erwähnt) und des Quarzes sind aus den Analysen einer geringen Anzahl von Stücken abgeleitet. Die Blende (von der Hr. v. Lürzer eben so wenig redet) findet sich in sehr veränderlichem Verhältniß, jedoch kann man annehmen, daß die mittlere Zusammensetzung der zu Gute zu machenden Erze höchstens 3 Proc. Zink enthalten.

Die reichen Erze werden nur einem Theil von den Prozessen unterworfen, welche für die gewöhnlichen und armen Erze als nothwendig erkannt sind. Diese beiden letzteren Classen werden zusammen verarbeitet, allein man muß sie auf der Hütte auf besonderen Haufen aufstürzen, um eine hinreichende Controle bei den Resultaten zu haben, die bei den verschiedenen Prozessen erlangt worden sind, so wie auch um der speciellen Rechnungsführung, die von der Regierung angeordnet ist, zu genügen.

Brennmaterialien. — Die Gebirge, in deren Mitte die Hütte liegt, geben nur eine sehr geringe Menge von Holz und Kohlen; der größte Theil von dem in natura und zur Verkohlung benutzten Holze wird aus ziemlich weiter Entfernung herbei geflößt. Es wird aufgeklaftert und mehrere Monate hindurch getrocknet, ehe es verwendet wird. Das Holz wird zu geringen Preisen angekauft, allein da man sich auf ein ganzes Jahr damit versehen muß, so wie die Flößkosten und das Aufklaftern erhöhen seinen Preis so, daß die Tonne bis 10,52 Frcs. zu stehen kommt. Die auf der Hütte selbst bereiteten Kohlen kosten daselbst 57,25 Frcs. die Tonne. Man braucht auch eine gewisse Menge Torf, der in geringer Entfernung von

Hütte gewonnen wird; er ist von sehr geringer Beschaffenheit, enthält 15—17 Proc. Asche und entwickelt bei seiner Verbrennung nur eine geringe Hitze; er kostet 12,20 Frcs. die Tonne.

Roh- und Stabeisen. — Das Stabeisen wird nur zu den Gezähen und zu den Ofenverankerungen angewendet; das Roheisen dient dagegen zur Fällung des Kupfers, und man verbraucht davon eine bedeutende Menge. Da es nicht in der Nähe der Hütte fabricirt wird, so muß es ziemlich weit herbeigeschafft werden und kostet auf der Hütte 224 Frcs. die Tonne; das Stabeisen kostet 325 oder 330 Frcs.

Arbeitslöhne. — Es ist schwierig, dieselben genau festzustellen: gewöhnliche Arbeiter erhalten in Baarzahlung 1—1,20 Frcs. für die Schicht; die eigentlichen Hüttenleute, die Meister und die Aufseher erhalten täglich 1,50 bis 3 Frcs.

Von diesen Löhnen werden aber stets Abzüge für die Invaliden und kranken Arbeiter, so wie für die Wittwen und Waisen Verstorbener gemacht, da zu Agordo, wie fast bei allen deutschen Berg- und Hüttenwerken, sogenannte Knappschaftscassen oder Bruderladen für die erwähnten Zwecke existiren.

Es ist also die Löhnung nicht der richtige Werth des Verdienstes.

Baumaterialien. — Sowohl gewöhnliche als auch feuerfeste Ziegelsteine kann man zu Agordo nur zu sehr hohen Preisen haben; man benutzt daher zu allen Bauen und zu den feuerfesten Futtern der Oefen einen Talkschiefer, der zwar in der Nähe der Hütte in Menge vorkommt, aber nur schwierig zu bearbeiten ist.

Die Hüttenprozesse. — Die gewöhnlichen und die armen Erze werden zuvörderst einer Haufenröstung, die mit einer großen Langsamkeit geführt wird, unterworfen; wegen des hohen Schwefelgehalts in dem Schwefelkies steigt die Temperatur sehr bedeutend. In der Mitte eines jeden Erzstücks befindet sich ein geschmolzener Kern, in welchem sich ein Theil des Kupfers concentrirt hat. Die kleinen Erzstücke und der äußere Theil der größern, auf welche die Luft oxydirend einwirken konnte, enthalten schwefelsaures Kupfer und Eisen, so wie auch einen bedeutenden Theil von Eisenoxyd. Die Kerne bilden eine Art Stein, der 4—5 Proc. Kupfer enthält.

Nach dem Rösten der Erze gelangen dieselben zum Ausschlagen mit Fäusteln und zur Scheidung. Alle kleinen Stückchen, so wie die oxydirten Theile werden für die Zugutemachung auf nassem Wege abgeschieden; die Kerne werden für die Zugutemachung auf dem trocknen Wege aufbewahrt, zu welchem man die reichen Kiese direct gelangen läßt.

Die Zugutemachung auf dem nassen Wege umfaßt die folgenden Prozesse:

1) Eine erste Auslaugung, welche Wasser mit schwefelsaurem Kupfer und Eisen gewinnt, so wie auch Rückstände, in denen das Kupfer im Zustande des Oxyds, des Sulfurets oder des Subsulfats vorhanden ist; diese Rückstände sind unlöslich und enthalten Wasser mit aufgelösten Sulfaten.

2) Eine zweite Röstung der Rückstände, welche dazu benutzt werden, die Decke der großen Erzrösthaufen zu bilden.

3) Eine neue Auslaugung der abgerösteten Rückstände, wobei erfolgen: Wasser, die weniger Sulfate enthalten und die im Gemisch mit den erstern zur weitern [illegible]men; sehr kupferarme Rückstände. Diese letztern wer[illegible] und in zwei Theile getheilt: die kleinen[illegible]gesehen, um weiter benutzt werden [illegible]röbern Körner, welche noch eine

wesentliche Kupfermenge enthalten, bilden den Fuß der Erzrösthaufen. Die Rückstände kommen alsdann mit zur Auslaugung und geben wiederum vitriolisches Wasser. Die Rückstände von dieser letzten Auslaugung werden als kupferarm weggestürzt.

4) Die Cementation mit der warmen Lauge; das Kupfer wird durch große Stücke von Roheisen gefällt und es erfolgen zwei Producte: Wasser mit Eisenvitriol und Cementkupfer. Die Wasser werden abgedampft und man läßt den Eisenvitriol krystallisiren, ohne die Gesammtheit des aufgelösten Salzes gewinnen zu wollen. Die Eisenvitriol-Fabrikation hängt von dessen größern oder geringern Absatz ab.

Das sehr unreine Cementkupfer, welches noch immer viel Eisenoxyd enthält, wird mit den reichen Erzen und mit den Röstkörnern im Krummofen zu Gute gemacht.

Die auf dem trocknen Wege ausgeführten Prozesse sind die bei der allgemeinen Auseinandersetzung der deutschen Methode angegebenen.

Man beginnt mit einem Roh- oder Steinschmelzen in einem sehr hohen Ofen, wobei die folgende Beschickung verarbeitet wird: die reichen Erze und die Röstkörner als geschwefelte Substanzen, Cementkupfer als oxydirtes Material, wobei man eine große Menge reicher Schlacken von den folgenden Prozessen, Ofenreste und alle unreinen kupferhaltigen Rückstände der Hütte als Zuschläge benutzt. Das Rohschmelzen giebt zwei Hauptproducte: Stein und Schlacke. Der Stein enthält 24—25 Proc. Kupfer, die Schlacke ist dagegen sehr arm und kann fast gänzlich weggestürzt werden.

Der Stein wird in mehrern Feuern in Stadeln geröstet; man sucht eine fast vollständige Oxydation zu erlangen, um den größten Theil des Arsens zu vertreiben und um bei dem folgenden Schmelzen möglichst reines Schwarzkupfer zu erhalten, welches sofort gaar gemacht werden kann.

Der geröstete Stein wird auf Schwarzkupfer in einem sehr hohen Ofen verschmolzen, der aber eine solche Einrichtung hat, daß die Beschickung in den obern Theilen nur einer sehr gemäßigten reducirenden Wirkung ausgesetzt wird. Man setzt mit den gerösteten Erzen nur die Schlacken von dem ersten Schmelzen und eine kleine Menge Sandstein durch, welche als kieselige Flüsse für das Eisenoxyd dienen. Die Producte sind: Schwarzkupfer, Stein und Schlacken.

Das Schwarzkupfer enthält wenig Arsen, aber viel Eisen und Schwefel; sein Gehalt an reinem Kupfer beträgt 92—95 Proc.

Der Stein ist zu gleicher Zeit sehr rein und sehr reich; er muß in Stadeln, in drei Feuern geröstet werden und gelangt alsdann zum Schwarzkupferschmelzen zurück.

Die Schlacke besteht hauptsächlich aus Eisenoxydulsilicat; sie enthält sehr wenig Kupferoxydul, dagegen aber Körner von Schwarzkupfer und Stein eingemengt. Sie wird bei dem Rohschmelzen zugeschlagen.

Das Schwarzkupfer wird gaar gemacht und zuweilen auch im kleinen Herde raffinirt, beide Prozesse werden getrennt vorgenommen und der letztere giebt als endliches Product Kupferblöcke von recht guter Beschaffenheit. Beide Prozesse geben Gekrätz und sehr reiche Schlacken: die Gaarschlacken kommen zum Rohschmelzen, während die Raffinirschlacken der Beschickung zum Schwarzkupferschmelzen zugeschlagen werden können. Es muß hier bemerkt werden, daß man zu Agordo fast stets Rosettenkupfer producirt, in- dem dasselbe leicht abgesetzt werden kann; das Raffiniren ist dann un

thig, und es soll daher nur zur Ergänzung der Hüttenprozesse beschrieben werden.

Secundäre Producte. — Bei der Erzröstung in großen Haufen entwickelt sich aus den sehr viel Schwefelkies enthaltenden Materialien fast der größte Theil des Schwefels; man sucht davon einen Theil zu sammeln, indem man auf der obern Fläche der Rösthaufen eine Art Schalen anbringt. Man hat in den letzten Jahren die Haufenröstung aufgegeben und nimmt sie in Oefen vor, um mehr Schwefel gewinnen zu können. Es sollen beide Verfahrungsarten beschrieben und die damit erlangten Resultate angegeben werden.

Der Schwefel ist sehr unrein und muß, ehe er in die verkäuflichen Stangen gegossen wird, raffinirt werden. Die Reinigungskosten sind gering; der auf diese Weise gewonnene Schwefel und der krystallisirte Eisenvitriol, der aus der Mutterlauge der Cementation gewonnen wird, bilden zwei Nebenproducte, deren Absatz den Gewinn der Hütte erhöht.

Bei der Beschreibung des zu Agordo befolgten Verfahrens, sollen die wichtigsten chemischen Reactionen auf dem nassen Wege angegeben werden. Bei den Schmelzprozessen in den Schachtöfen, beim Steinrösten, beim Gaarmachen und Raffiniren im kleinen Herde, sind nur kurze Erläuterungen erforderlich, um den Zweck begreifen zu können, denn man durch die besondere Einrichtung der Oefen und die Betriebsführung erlangen kann.

Einrichtung und Umfang der Hütte. — Die Hütte liegt in den Thälern Imperina und Cordevole in einer geringen Entfernung von dem Dorfe Agordo.

Die Röstapparate für die Erze befinden sich in Imperinathal unter Breterschuppen.

Sie zerfallen in zwei Gruppen für die beiden verschiedenartigen Verfahrungsarten, die in der Hütte angewendet werden.

Das Zerschlagen der gerösteten Erzstücke erfolgt in freier Luft und in der Nähe der Haufen.

Die Räume, in denen das Auslaugen und die Cementation vorgenommen werden, nehmen einen bedeutenden Raum ein; die ebenfalls unter freiem Himmel liegenden Auslaugegefäße, deren es 32 giebt, sind in acht verschiedene Reihen getheilt.

Zwei große Becken dienen als Behälter zur Aufnahme der vitriolischen Lauge.

Die Cementation wird in einem geschlossenen Gebäude vorgenommen, unter welchem befindlich sind: ein großer Flammofen, dessen Sohle als Fällungsgefäß dient; sieben große Bleikammern, welche fast dieselbe Einrichtung wie die zur Schwefelsäurefabrikation angewendeten haben; Krystallisirgefäße für die Mutterlauge vom Cementationsprozeß, welche Eisenvitriol enthält.

Zwei besondere Hüttengebäude, die in dem Cordevolethal liegen, dienen für alle Prozesse auf dem trocknen Wege.

Die älteste Hütte enthält vier Halbhohöfen und zwei kleine Gaarherde, der Wind wird von Wassertr[illegible] Gebläsen geliefert; die Stadeln zum Rösten des Steins liegen [illegible] Schoppen.

Die neue H[illegible] [illegible]wei [illegible], ein Cylindergebläse und ein[illegible] [illegible]rrad von 25 Pferdekräften [illegible] der Hütte.

Dieser Bau ist in der Absicht ausgeführt, um die alten Oefen durch wirkliche Hohöfen zu ersetzen, indem dieselben sowohl zum Roh- als auch zum Schwarzkupferschmelzen angewendet werden sollen. In Folge von Versuchen ist man jedoch für den zweiten Schmelzprozeß auf die Halbhohöfen zurückgekommen und es werden die Hohöfen ausschließlich zum Rohschmelzen angewendet.

Man hatte auch Apparate zur Lufterhitzung in der neuen Hütte angebracht, und suchte die Gichtflammen zu benutzen; allein man hat diese Einrichtung wieder aufgegeben, und es werden jetzt alle Oefen mit kalter Luft betrieben.

Die Wohnhäuser für den Director und die verschiedenen Beamten, die Bureaus, das Laboratorium und die Magazine befinden sich in der Nähe der Hüttengebäude.

Der Platz zur Aufnahme des herbeigeflößten Holzes, so wie zur Verkohlung desselben, befinden sich an den Ufern des Flusses in geringer Entfernung von der Hütte.

Das Ganze der Hütte nimmt einen Längenraum von mehr als 500 Metern in den Thälern von Imperina und von Cordevole ein und erstreckt sich bis zu dem Dorfe Agordo.

Beschreibung des Materials. — Steyrische Oefen zum Erzrösten. — Die Haufenröstung, unter den gewöhnlichen Verhältnissen vorgenommen, hat das Nachtheilige, daß dabei nur sehr wenig von dem Schwefelgehalt der Erze gewonnen werden kann, der höchstens 0,002 Schwefel auf 1 Erz beträgt; auch ist es nicht thunlich, aus dem Erzklein so reiche Kerne zu gewinnen, um sie sofort zum Rohschmelzen zu bringen. Man hat daher seit langer Zeit Versuche gemacht, die Einrichtung der Erzhaufen dahin abzuändern, daß ein bedeutender Theil des Schwefels gewonnen werden konnte, und um die Temperatur beim Rösten der Art zu erhöhen, um in einem Theile des Erzkleins, welches vorher zu Ziegelstein geformt war, die Reactionen zu veranlassen, die in den großen Stücken die Kerne mit concentrirtem Kupfer geben.

Der sogenannte steyermärkische Röstofen, der in gemauerten Röststadeln mit theilweise hohen Seitenwänden (Schwefelkammern) besteht, muß als ein erster Schritt auf dieser Bahn der Verbesserungen angesehen werden. Der Ofen besteht aus vier senkrechten, 3 Meter hohen Mauern, die an der Sohle eine Reihe von Oeffnungen haben, durch welche die Luft zur Unterhaltung der Verbrennung eingeführt wird, und die auch mit Kanälen zum Ablaufen des flüssigen Schwefels versehen sind. In der Mitte der Höhe von den Mauern sind Schwefelkammern angebracht, in denen sich ein Theil der Schwefeldämpfe verdichtet.

Dieser Ofen ist in den Figg. 5—8, Taf. III, dargestellt. Fig. 6 ist ein horizontaler Durchschnitt in der Ebene der Kanäle, nach der Linie A B Fig. 8, durch welche die Luft einströmt.

Fig. 7 ist ein horizontaler Durchschnitt nach der Linie C D Fig. 8.

Fig. 8 ist ein senkrechter Durchschnitt nach der Linie $\alpha \beta$ Fig. 6.

Die Sohle besteht aus Schiefer und ruht auf einem sehr festen Fundament; die Oberfläche besteht aus einer Reihe von geneigten Ebenen, deren Rinnen mit zähen halbkugelförmigen Sümpfen außerhalb des Ofens [illegible] Verbindung stehen, in denen sich der Schwefel sammelt. Die Kanäle, d[illegible] welche die äußere Luft in den Ofen strömt, liegen alle in der Ebene

obern Kanten der geneigten Flächen; ihre Anzahl ist 34 und ihr Querschnitt hat eine Länge von 0,22 und eine Höhe von 0,11 Meter.

Die vier senkrechten Umfassungsmauern erheben sich 3 Meter über den Kanten der Sohle und 3,45 Meter über den untern Kanälen, durch welche ein Theil des Schwefels abfließt; ihre Dicke beträgt 1,50 Meter. Die äußern Dimensionen des Ofens sind 20 Meter Länge und 7 Meter Breite.

In der Dicke der Mauern und in der Mitte der Höhe sind 20 Höhlungen oder Schwefelkammern angebracht, welche 0,80 Meter tief sind; äußerlich sind sie 0,80 Meter im Quadrat weit, erweitern sich aber im Innern bis auf 1 Meter im Quadrat. Jede Schwefelkammer ist mit dem Innern des Ofens durch neun Kanäle von 0,02 Meter Weite verbunden; sie sind in drei Reihen von verschiedener Neigung angebracht. Die untere Reihe ist fast horizontal, wogegen die obere Reihe die stärkste Neigung von innen nach außen hat. Diese Kammern dienen zur Aufnahme der Schwefeldämpfe, welche durch die oben erwähnten Kanäle aus dem Innern des Ofens dahin gelangen.

Die Laugegefäße. — Die zum Auslaugen der oxydirten Theile der gerösteten Erze dienenden Gefäße sind ihrer Anzahl nach 32, die auf vier Reihen, jede zu vier, vertheilt sind.

In jeder Reihe stehen vier hölzerne Kasten von 3,50 Meter im Quadrat und 1,50 Meter Tiefe; sie stehen kaskadenartig über einander, d. h. das Niveau der einen Reihe befindet sich in der Höhe des Bodens von der vorhergehenden; durch diese Einrichtung kann man mit der größten Leichtigkeit die Lauge aus dem obern Gefäß in alle untern gelangen lassen. Der Boden hat eine stufenförmige Einrichtung, den Gefäßen entsprechend, mit Rinnen, welche die von den auszulaugenden Materialien abfließende Lauge, einem großen Becken zuführt.

Cementationsapparate. — Lange Zeit hindurch hat man die Cementation auf zwei verschiedene Weisen ausgeführt: die am wenigsten Schwefelkupfer enthaltenden Wasser wurden kalt in großen hölzernen mit Bleiblech belegten Kammern concentrirt. Aus den reichern Wassern fällte man das Kupfer in einer Temperatur von 60 Graden in einem großen Flammofen. Man hat den Vortheil der Cementation in der Wärme erkannt und jetzt werden alle Wasser mit einander vermischt. In den großen Kammern hat man Herde angebracht, in denen man Torf und Holzkohle verbrennt, um die vorhandenen Apparate zu benutzen und indem man den Prozeß in der zweckmäßigsten Temperatur ausführt.

Die Kästen sind länglich viereckig und bestehen aus Bleiplatten, die an einander gelöthet sind und die außerhalb von einem hölzernen Gerüst zusammengehalten werden. Der obere Theil ist offen. In der Mitte jedes Kastens ist ein cylindrischer Kasten von Bleiplatten angebracht, der bis über den Spiegel der vitriolischen Wasser verlängert und durch einen beweglichen Deckel verschlossen ist; der Rost befindet sich am Boden und der Aschenkasten unter der Bleikammer. Das Einschüren der Brennmaterialien, der Torf und Holzkohle, wird von oben her bewirkt. Die durch die Verbrennung erzeugten heißen Gase, durchstr[illegible] die Flüssigkeit mittelst zweier bleierner Röhren, die an den senkre[illegible]en auslaufen und mit einer kleinen Esse in Verbindung stehen. [illegible] des Gebä[illegible] sehr hoch und mit Oeffnu[illegible] leichten [illegible] W[illegible]ehen.

Die [illegible] von

dem Ofen und den Röhren eingenommene Platz abgeht. Man bringt in jeden Kasten 19 Cubikmeter Vitriollauge für jeden Prozeß.

Es wird aber nicht erforderlich sein, diese Apparate, welches Vieles zu wünschen übrig lassen, näher zu beschreiben.

Flammofen für Cementation. — Derselbe ist in Fig. 9, Taf. III in einem senkrechten Durchschnitt nach der Linie A B, Fig. 10, und in Fig. 10 in einem horizontalen Durchschnitt nach der Linie C D, Fig. 9, dargestellt.

Er hat ganz die Einrichtung eines gewöhnlichen Flammofens; der Rostraum ist 0,50 Meter lang und 2,50 Meter breit und der Rost liegt 0,25 Meter unter der Brücke.

Der Durchgang für die Flammen ist 0,30 Meter hoch; seine Breite nimmt vom Rost nach der Sohle von 2,50—3,30 Meter zu. Die Brücke ist 0,75 Meter lang.

Die Herdsohle, welche das Cementationsgefäß bildet, besteht aus Kalkstein von San-Lucano, und es sind die einzelnen Steine durch hydraulischen Cement verbunden. Seine Hauptdimensionen sind: Länge 12 Meter, Breite 3,30 Meter, Tiefe unter der Brücke 1 Meter. Auf dem Boden befinden sich zu beiden Seiten zwei Bänke, die sich auf der ganzen Länge der Sohle ausdehnen; sie dienen zur Aufnahme der Roheisenstücke, die zur Fällung des Kupfers gebraucht werden.

Der Fuchs ist 0,30 Meter hoch und 1 Meter breit; er steht mit einer 8 Meter hohen Esse in Verbindung, die 0,50 Meter im Quadrat weit ist.

An den beiden langen Seiten des Ofens sind zwei große Thüren angebracht, die 1 Meter breit und 0,50 Meter hoch sind. Das Gewölbe ist nach der Mitte des Ofens zu etwas höher als an der Brücke und am Fuchs.

Die vitriolischen Wasser werden durch hölzerne Rinnen eingebracht und nach jedem Prozeß läßt man die Mutterlauge durch Röhren ablaufen, die in verschiedenen Höhen in dem Mauerwerk angebracht und im Innern mit conischen Zapfen verschlossen sind.

Die Ofenwände bestehen aus Talkschiefer und werden mit schmiedeeisernen Verankerungen zusammengehalten. Diese Verankerungen bieten nichts Eigenthümliches dar, weshalb sie auch auf den Figuren weggelassen worden sind.

Die Räumlichkeit des Gefäßes beträgt mehr als 30 Cubikmeter, allein bei der Cementation füllt man es nicht gänzlich voll.

Krystallisationsgefäße. — Man läßt den Eisenvitriol in hölzernen Kästen krystallisiren, die in einem sehr weiten Gebäude angebracht worden sind: sie haben 0,60 Meter Tiefe, 2,20 — 3 Meter Breite und 3—3,50 Meter Länge. Wir brauchen uns dabei nicht weiter aufzuhalten.

Hohöfen. — Die zum ersten oder Rohschmelzen angewendeten Hohöfen sind in den Figg. 11 und 12, Taf. III dargestellt.

Fig. 11 ist ein senkrechter Durchschnitt, der senkrecht auf der Achse der Form steht und Fig. 12 ist ein senkrechter Durchschnitt, der durch die Achse der Form geht. Der innere Raum zeigt der ganzen Höhe nach kreisrunde Querschnitte und hat im Allgemeinen die Einrichtung der Eisenhohöfen. Der Schacht ist im Kohlensack 1 Meter und in der Gichtöffnung 0,80 Meter weit. Der Schacht über dem Kohlensack hat eine Höhe von [illegible] Meter

[illegible] ebene beträgt der Durchmesser 0,80 Meter und es li[illegible]

die Form 0,90 Meter unter dem Kohlensack. Der Tiegel besteht aus Gestübbe, welches aus einem Gemenge von gepulvertem Sandstein und Holzkohlen zusammengesetzt ist. Es hat gänzlich die Einrichtung wie das der schon wiederholt beschriebenen Spurofen. Der tiefste Punct des Tiegels liegt unter der Brust, deren unterer Rand 1,50 Meter unter der Form befindlich ist; die Brust liegt 0,60 Meter von dem tiefsten Puncte des Tiegels entfernt.

Der Vortiegel tritt um 0,20 Meter von der Brust vor und der Gestübbewall erhebt sich bis 0,75 Meter unter der Formebene; er wird vorn durch eine kleine Mauer von Ziegelsteinen gehalten. Er ist mit der Abstichöffnung versehen, die bis zum tiefsten Punct des Tiegels geht und mit den beiden vor dem Ofen befindlichen Spurtiegeln in Verbindung steht; der Ofen ist daher ein sogenannter Brillenofen. Die geringste Stärke des Gestübbes entspricht der Brust und beträgt 0,35 Meter.

Die Oefen bestehen gänzlich aus Talkschiefer; es ist jedoch das Mauerwerk in ein Futter und in einen Mantel getheilt, indem das erstere nach jeder Campagne wenigstens zum Theil neu eingesetzt werden muß. Das Futter und der Gestübbetiegel ruhen auf einem Bodenstein von rothem Sandstein und dieser auf einem Bett von sehr festgestampften Schlacken, welches seinerseits von dem äußern Fundament unterstützt wird. Die Armaturen bestehen aus Schmiedeeisen. Die Wasserform nimmt zwei blecherne Düsen auf, denen der Wind durch drei Cylinder zugeführt wird, welche von einem Wasserrade betrieben werden; der Druck beträgt 8—9 Centim. Quecksilber. Die Menge des in einer Minute eingeführten Windes ist nicht gemessen worden.

Das Aufgeben des Brennmaterials und der Beschickung erfolgt durch die Gichtöffnung und in ihrer Ebene ist ein Boden angebracht, zu dem man mittelst einer geneigten Ebene, die an dem Gebirgsabhange angelehnt ist, gelangt.

Ueber dem Ofen befindet sich eine sehr kleine Verdichtungskammer zum Auffangen der pulverförmigen Substanzen, die durch den Gebläsewind mit in die Höhe gerissen werden.

Halbhohöfen. — Es ist ein solcher in Fig. 13, Taf. III im senkrechten Durchschnitt durch die Formachse dargestellt. Diese Oefen werden zum Schwarzkupferschmelzen benutzt und zeigen eine eigenthümliche Einrichtung. Der horizontale Querschnitt ist ein Rechteck, wie bei allen Oefen dieser Art; die beiden Seitenwände sind fast senkrecht; die Vorderwand und die Brust dagegen sind von der Ebene der Form ab bis zur Gicht um 70—75 Grad geneigt. Es wird diese Construction durch die Beschaffenheit der zur Beschickung gelangenden Materialien geboten; man muß die reducirende Wirkung in dem obern Theil des Ofens so viel als möglich zu vermindern suchen.

Der Querschnitt der Gicht hat 0,60 Meter Breite und 0,50 Meter Länge.

Der Querschnitt in der Formebene hat 1,1 Meter Länge und 0,80 Meter Breite.

Die senkrechte Entfernung von der Gicht bis [illegible] beträgt 2,80 Meter.

Unter der Form ist die [illegible]cht a[illegible] Gestübbetiegel hat seinen tiefst[illegible] [illegible]r der Form.

Der [illegible]ust und 0,65

Meter unter der Form. Vorn wird das Gestübbe durch eine kleine Ziegelsteinmauer gehalten, durch welche der Abstichkanal bis zu dem tiefsten Puncte des Tiegels geht. Vor dem Ofen in der Hüttensohle befinden sich zwei Spurtiegel zum Abstechen der Schmelzproducte. Der Ofen ist aus Talkschiefer construirt und das Mauerwerk in zwei Theile getheilt, so daß man das Futter, ohne den Mantel zu berühren, repariren kann. Auf der Vorderseite des Ofens werden beide Mauern durch Gewölbe getragen. Die Verankerungen bestehen aus Schmiedeeisen und zeigen gar keine Eigenthümlichkeiten.

Die Wasserform nimmt eine einzige Düse auf, welcher der Wind durch ein Wassertrommelgebläse zugeführt wird. Die Höhe des Wassergefälles beträgt 12 Meter. Die Menge des in der Minute eingeführten Windes ist nicht genau bestimmt. Das Aufgeben wird durch die Gichtöffnung bewirkt, welche durch eine Brücke mit dem Gebirgsabhange verbunden ist.

Ueber dem Ofen befindet sich eine Verdichtungskammer für den Rauch oder vielmehr für die pulverförmigen Substanzen, welche von dem Winde mit fortgerissen worden sind.

Das Gestübbe des Tiegels ruht auf einem Bodenstein von rothem Sandstein, der zum Theil auf dem Fundament des Ofens und zum Theil auf einem festgestampften Schlackenbett aufliegt.

Die kleinen Gaarherde. — Die beiden kleinen Gaarherde, welche zum Gaarmachen und Raffiniren des Schwarzkupfers dienen, haben dieselbe Einrichtung wie die bei der Hütte zu Perm beschriebene; der Wind wird von einer Wassertrommel geliefert und zwar mit einem Druck von 4—5 Centimeter Quecksilber; in der neuen Hütte erhalten die Gaarherde den Wind von dem Cylindergebläse.

Beschreibung des Betriebs. — Als Beispiel soll das Betriebsjahr 1853 angenommen werden, in welchem 15,000 Tonnen gewöhnlicher und armer und 320 Tonnen reicher Erze zu Gute gemacht worden sind. Man mußte 15,000 Tonnen Erze mit einem geringern Kupfergehalt als 1,60 Proc., die viel Schwefelkies und eine wesentliche Menge Arsen als Arsenikalkies enthielten, zur Röstung bringen.

Erster Prozeß. — Erzröstung. — Die Röstung wurde durch die erwähnten beiden Methoden bewirkt, nämlich in großen Haufen, die nur durch ein einfaches Breterdach gegen die atmosphärischen Einwirkungen etwas geschützt waren und in steyerischen Oefen. Man hat 13,000 Tonnen in großen Haufen und 2000 Tonnen in den Oefen geröstet. Es sollen beide Methoden beschrieben werden.

Haufenröstung. — Jeder Haufen ist auf einer etwas geneigten Sohle und unter einer Breterbedachung errichtet, die ihn nur wenig gegen die atmosphärischen Einwirkungen schützt.

Der Haufen wird durch die Rückstände von der zweiten Auslaugung gebildet.

'eber den Rückständen bringt man eine Holzlage an und benutzt dazu 'ie[illegible] en Holzscheite, die zur Verkohlung nicht geeignet scheinen. [illegible]
b[illegible] cht 5—6 Cubikmeter Holz zu einem gewöhnlichen Haufen, i[illegible]
[illegible] Erz röstet.

Die Erze sind in, mit den vier geneigten Flächen parallelen Lagen au geschüttelt; die Form der Haufen ist die einer abgestumpften Pyrami mit quadratischen Basen mit 2,30 Meter Höhe über dem Holz.

Die Seiten der beiden Basen betragen 6 und 4 Meter. Die Schic ten sind abwechselnd aus Erzstücken und Erzklein gebildet; die größten Stü bilden eine 0,20 Meter hohe horizontale Schicht auf dem Brennmateric welche von allen Seiten gegen die geneigten Flächen um etwa 0,30 Met hervortritt. Diese Schicht hat den Zweck, den wirklichen Fuß des Haufen nach der Verbrennung des Holzes zu bilden, und einen fast regelmäßig Zutritt der äußern Luft zu gestatten.

In der Mitte des Haufens wird aus großen Erzstücken eine Esse g bildet, die 0,25 Meter im Quadrat weit ist; sie steht mit den Kanäle die in der untersten Holzlage zum Anzünden des Haufens vorgerichtet wo den sind, in Verbindung.

Auf den vier geneigten Flächen bringt man eine Decke von 0,25 bi 0,30 Meter Dicke, die auf der Schicht grober Erzstücke ruht, und die au Grubenklein und den Rückständen von der einmaligen Auslaugung besteht, an

Nachdem die Haufen aufgeschüttet worden sind, schreitet man zum An zünden derselben, indem man in die untern Kanäle und in die Esse Holz späne und Kohlen wirft; man zündet die Späne auf allen vier Seiten zu gleich an. Sobald die Flamme aus der mittlern Esse hervorbricht un das ganze Brennmaterial in Brand zu sein scheint, verschließt man di Esse mit Erzstücken und mit Erzklein und breitet darüber eine 0,30 Mete dicke Schicht von Auslaugerückständen aus.

Die Verbrennung des Holzes erfolgt langsam und der Haufen setz sich nach und nach; durch dieß Zusammensinken entstehen Spalten, welche sogleich verschlossen werden müssen. Sobald die Verbrennung vollendet ist, kann man die Haufen sich selbst überlassen und es schreitet die Röstung nach und nach fast ohne alle Aufsicht bis zu dem Moment fort, in welchem der Schwefel an der Oberfläche zu erscheinen beginnt. Man errichtet nun in der Decke und der ganzen Ausdehnung der horizontalen Fläche eine Reihe von Vertiefungen vor, welche die Form einer runden Schale von 0,25 Meter Durchmesser und von 0,10 Meter Tiefe haben. Der Schwefel verdichtet sich in den Vertiefungen, in geringer Menge mehre Monate hindurch. Er muß alle Morgen gesammelt werden, eine Arbeit, die wegen der sich von dem Haufen entwickelnden schwefligsauren Dämpfe sehr mühsam ist.

In den Rissen der Decke und in den Vertiefungen findet man viele Krystalle von arseniger Säure und auch der Schwefel enthält viel Arsen.

Die Röstung ist gewöhnlich nach neun Monaten beendigt; jedoch ist die Dauer sehr veränderlich und hängt von atmosphärischen Verhältnissen ab; starke Winde beschleunigen sie, während Regen sie etwas verzögert. Sind die Erze sehr gleichartig und die Haufen mit Sorgfalt und mit gleichen Mengen aufgesetzt, so ist die Röstung zuweilen in weniger als acht Monaten beendigt, während sie in andern Fällen über zehn Monat dauert.

Sobald ein Haufen kalt geworden ist, nimmt man die Decke weg, dann die Erze und zuletzt die untere Schicht der bereits ausgelaugten erdigen Substanzen. Die Erze werden in zwei Klassen getheilt: das oxydirte Erzklein, welches zum Auslaugen kommt und Stücke. Diese letztern werden durch Knaben mit Fäusteln unter Aufsicht eines Steigens zerschlagen und geschieden. Die Scheidejungen müssen die äußere oxydirte Schale

abschlagen, ohne den innern Kern, der zum Steinschmelzen kommt, zu zerschlagen.

Die Röstung giebt sehr zahlreiche Producte.

Unreinen Schwefel, in veränderlichen aber stets sehr geringen Mengen.

Schon ausgelaugte Erden, die zur Decke und zur untersten Schicht gedient haben, und die man besonders wegnimmt.

Das Grubenklein und die oxydirten Schalen der Erzstücke, die zum Auslaugen kommen.

Kerne, die stets reicher als die Erze sind und in denen sich der Kupfergehalt concentrirt hat.

Allgemeine Betrachtungen. — Wir müssen einige Beobachtungen machen, um die Eigenthümlichkeiten der Röstungen zu Agordo, den Zweck, den man mit den ausgelaugten Erden, die zur Decke und zum Fuß der Haufen dienen, so wie auch die chemischen Reactionen, durch welche die Kerne angereichert werden, begreifen zu können. Ueber die Beschaffenheit der Erze haben wir schon weiter oben geredet: es sind Schwefelkiese, die etwas Kupferkies, Blende und Arsenkies enthalten. Der den geförderten Erzen beigemengte Bleiglanz wird fast gänzlich mechanisch abgeschieden.

Die von der Auslaugung herrührenden Erden sind von zweifach verschiedener Beschaffenheit: die einen bestehen in Körnern, welche durch Durchsieben abgeschieden sind und die man schon zweimal ausgelaugt hat; sie werden zur untersten Schicht der Röstlhaufen benutzt. Die anderen sind oxydirte Erztheile, die nur einer einzigen Reihe von Auslaugungen unterworfen gewesen sind; sie dienen zur Bildung der Decke der Haufen.

Diese letzteren enthalten hauptsächlich unterschwefelsaures Eisen und Eisenoxyd, schwammige Substanzen, die mit Beharrlichkeit einen Theil der Salze zurückhalten, welche man durch verlängerte Laugeprozesse aufzulösen sucht; sie enthalten schwefelsaures Eisen und Kupfer. Dieses letzte ist nur in geringer Menge vorhanden, da die Erze nicht viel davon enthalten. Außerdem ist ihnen etwas Kupferoxyd beigemischt, welches hauptsächlich in denjenigen Theilen des Haufens entstanden ist, in denen die Temperatur zu hoch war. Endlich ist die oxydirende Einwirkung der Röstung nicht bis zur Mitte aller Körner eingedrungen, so daß sie nach der Auslaugung noch eine gewisse Menge Schwefelkupfer enthalten.

Auf diese Weise enthalten die Schlämme, welche von der ersten Auslaugung der oxydirten Erztheile herrühren und die bei neuen Haufen zur Decke verwendet werden, Kupferoxyd, mit Schwefel verbundenes Kupfer und vielleicht auch unterschwefelsaures Kupfer, drei im Wasser unlösliche Verbindungen; Eisenoxyd und unterschwefelsaures Eisen, welche in Folge ihrer schwammigen Beschaffenheit eine wahrnehmbare Menge von schwefelsaurem Kupfer enthalten.

Für diese Rückstände ist der Zweck der Röstung ein sehr verwickelter; zuvörderst muß man durch Einwirkung der Wärme den molecularen Zustand des Eisenoxyds und des Subsulfats verändern, wodurch man mit Hülfe einer neuen Auslaugung das durch die erste Röstung producirte Kupfer auflösen kann. Man sucht alsdann das Schwefelkupfer und das durch die erste Auslaugung nicht aufgelöste Subsulfat in den Zustand des löslichen Sulfats zu verwandeln.

Man erreicht diesen Zweck vollkommen dadurch, daß man mit die Material die Röstlhaufen deckt. Sie werden während einer sehr la

Zeit von schweflichter Säure durchströmt, wodurch das Oxyd und das Subsulfat des Kupfers vollständig in lösliche Salze verwandelt werden. Gegen das Ende des Prozesses sind sie einer sehr hohen Temperatur ausgesetzt, wodurch der molleculare Zustand des Eisenoxyds und Subsulfats verändert wird, und zu gleicher Zeit sind sie einer hinreichend langen Zeit der Röstung unterworfen, um das noch im Zustande der Schwefelung befindliche Kupfer in den Zustand des doppelten Sulfats übergehen zu lassen.

Durch die verlängerte Einwirkung der schweflichten Säure auf das Oxyd entsteht nothwendig ein sehr bedeutendes Verhältniß von Eisensulfat.

Die Decke der Haufen wird besonders ausgelaugt; die Wasser müssen viel schwefelsaures Eisen und etwas schwefelsaures Kupfer enthalten. Die neuen Rückstände können nur noch sehr wenig Kupfer führen, und zwar nur als Sulfat, welches in Folge der noch schwammigen Beschaffenheit des Oxyds und des Subsulfats vom Eisen, die den größten Theil der Rückstände bilden, hängen geblieben ist.

Diese Substanzen enthalten zu wenig Kupfer, als daß man sie einer neuen Röstung unterwerfen könnte; nachdem sie eine Zeit lang an der Luft getrocknet haben, schlägt man sie durch ein Sieb und wirft die feinsten Theile, als die ärmsten an Kupfer, weg und behält nur die Körner zurück, in deren Inneres die lösende Wirkung des Wassers nur mit Schwierigkeit dringen konnte. Die Körner werden dazu benutzt, die unterste Schicht der Erzrösthaufen zu bilden; während der ersten Periode des Prozesses sind sie einer sehr hohen Temperatur ausgesetzt, wodurch der moleculare Zustand des Eisenoxyds und Subsulfats verändert werden kann; später und eine lange Zeit hindurch müssen diese Substanzen mit schwefliger Säure durchdrungen werden, denn die Bewegung der Luft und der Gase in dem Haufen können nicht so regelmäßig sein, als wenn die Erze in einer gewissen Höhe über der Sohle auf einem Rost angebracht wären. Es muß sich daher noch viel Eisensulfat bilden. Behandelt man nun diese Substanzen nach der Röstung mit Wasser, so kann man noch Kupfer- und Eisensulphat auflösen; die neuen Rückstände sind so arm, daß sie weggestürzt werden können.

Es sind diese Arbeiten sehr verwickelt, allein sie scheinen auch sehr rationell zu sein; man führt im Großen und mit sehr geringen Ausgaben fast dasselbe herbei, was man im Laboratorium bei den Analysen ausführen muß, um das Kupfer vom Eisen durch Ammoniak zu trennen.

Das zuvörderst erhaltene Eisenoxyd-Präcipitat hält stets Kupfer zurück; man muß, um es wegzunehmen, das Präcipitat trocknen und es nochmals mit Ammoniak behandeln. Man erhält nur erst dann eine fast genaue Scheidung, nachdem man diese Operationen, Trocknen und Digerirung im Ammoniak wenigstens zweimal wiederholt hat.

Ohnerachtet der auf die Auslaugungen verwendeten Sorgfalt findet stets ein wesentlicher Kupferverlust statt, wenn man Vergleichungen mit dem eigentlichen Metallgehalt in den Erzen anstellt, der aber dagegen sehr gering ist, wenn man nur den absoluten Gehalt der Rückstände berücksichtigt. Eine sichere Zahl in Beziehung auf den Kupferverlust kann der Verfasser nicht mittheilen; die von ihm angestellten Analysen sind nicht zahlreich genug, führen aber dennoch zu der Folgerung, daß das Verhältniß des Verlustes zu Agordo weit geringer ist, als in den meisten anderen Hütten, die den nassen Weg bei der Zugut- [illegible] -mer Erze anwenden.

Es bleibt nur noc[illegible] selbst zu betrachten, die in den

Haufen parallel mit den vier geneigten Flächen, aus abwechselnden Schichten von Erzklein und von größeren Stücken bestehen. Diese Einrichtung ist durch das sehr bedeutende Verhältniß des Schwefelkieses in den Erzen bedingt. Wenn das Erzklein mit den Stücken vermengt wäre, so könnte die Luft zu leicht hindurchströmen, es würde die Verbrennung sehr lebhaft und die Temperatur sehr hoch sein; ein Theil der Schwefelmetalle würde vollständig schmelzen und in dem oxydirten Theil würde das schwefelsaure Kupfer zersetzt werden. Der Zweck, den man erreichen will, d. h. die Sulfatisirung des Kupfers in allen oxydirten Theilen, würde fast gar nicht erreicht werden. Es muß daher das Erzklein von den Stücken getrennt werden.

In dem etwas dicht liegenden Erzklein circulirt die Luft nur schwierig, wodurch man eine sehr langsame Verbrennung und eine verhältnißmäßig geringe Temperatur erlangt. Andererseits kann man die Schichten nicht horizontal vorrichten, wie in den steyrischen Oefen, weil in den großen Haufen der Zug nicht hinlänglich lebhaft ist. Aus allen diesen Gründen sieht man sich daher genöthigt, die Erze in abwechselnden Schichten von klein und groß, parallel mit den Flächen des Haufens vorzurichten.

Die successiven Reactionen der Röstung sind sehr wenig von denen unterschieden, die weiter oben auseinandergesetzt worden sind; zuvörderst findet in jedem Theile eine überschüssige Schwefeldestillation statt, wodurch viel Arsen mit weggenommen wird. Darauf beginnt die Oxydation des Schwefels und der Metalle; bei den kleinen Stücken dringt die Oxydation langsam bis zum Kern ein oder wenigstens bis fast dahin; es bilden sich Oxyde, Subsulfate und Sulfate. Der Schwefel und das Arsen werden fast gänzlich als schweflige und arsenige Säure vertrieben.

In allen Schichten der größeren Erzstücke dauert die Oxydation, in Folge des bedeutenden Verhältnisses von Schwefeleisen, welches selbst nach der Sublimation von einem Theile des Schwefels eine bedeutende Wärmemenge entwickelt, sehr lange fort. In jedem Stück kommt der mittlere Theil, nach Verlauf einer gewissen Zeit, in eine teigige Schmelzung und bleibt durch die oxydirte Schale darin; die oxydirende Einwirkung der Luft dauert noch langsam fort und überträgt sich hauptsächlich auf die Körper, welche die meiste Verwandtschaft zum Sauerstoff haben, d. h. auf das Eisen und auf den Schwefel. Die Kerne müssen daher das Kupfer in sich concentriren, und zwar um so mehr, je länger die Oxydation von dem Augenblick, in welchem die teigige Schmelzung begann, fortdauern kann.

Die Concentration des Kupfers in den Kernen ist bei großen Stücken immer viel wesentlicher, besonders aber bei solchen, deren minder dichte Textur der Luft ein leichteres Eindringen gestattet.

Es muß übrigens bemerkt werden, daß die Concentration des Kupfers nicht stattfinden kann, so lange keine teigige Schmelzung vorhanden ist. Wirklich würde die Luft auf die festen Substanzen nur dadurch wirken können, daß sie mit größerer oder geringerer Geschwindigkeit Oxyde, Sulphate und Subsulfate und schweflige Säure erzeugte. Nur nach der Schmelzung wird das durch die Luft oxydirte Kupfer, in Berührung mit einem Ueberschuß von geschmolzenem Schwefeleisen, unmittelbar in Sulfuret verwandelt und aus dieser Reaction allein erfolgt die Anreicherung der Kerne.

Die Oxydation wird nach und nach in dem Maaße verzögert, als sie gegen das Innere der Stücke vorschreitet und daß folglich die Luft nur schwieriger eindringen kann; die Stücke erkalten und es hat alsdann die Luft sehr bald keine Einwirkung mehr.

Man ersieht aus dem Obigen, daß die Bildung der Kerne, in denen das Kupfer sich concentrirt, ein sehr bedeutendes Verhältniß von Schwefelkies erfordert; bei jedem Stück muß die Verbrennung des Schwefels und des Eisens in den äußeren Theilen so viel Wärme entwickeln, daß die inneren Theile in eine teigige Schmelzung gelangen können. Gleiches Resultat kann man mit ähnlichen Erzen, wie die Agordoer, z. B. mit denen von Huelva, Rio-Tinto u. s. w. erlangen, niemals aber mit Kupferkiesen, die quarzige Gangart haben.

Haushaltsverhältnisse. — Die Röstung von 13,000 Tonnen Erz erfordert 62 verschiedene Haufen, wobei man 341 Kubikmeter Holz von etwa 120 Tonnen Gewicht verbrennt. Die Aufsetzung der Haufen, die Leitung des Röstprozesses, der Transport der Decken, der Sohlen und der gerösteten Erze zu den Laugegefäßen oder zu den Ausschlagen haben 1911 Arbeiterschichten erfordert. Der mittlere Lohn für die Schicht war 1,75 Frs.

Nach diesen Zahlen betragen die Specialkosten der Haufenröstung, auf die Tonne Erz zurückgeführt, wie folgt:

Arbeitslöhne, 0,147 Schichten à 1,75 Frcs., . . .	0,257 Frcs.
Holz und Reisig, 0,010 Tonnen à 10,52 Frcs„ . .	0,105 „
Kohlen zum Anfeuern und verschiedene Kosten . . .	0,050 „
	Summa 0,412 Frcs.

Producte. — Man hat 26 Tonnen Rostschwefel, d. h. etwa 0,002 Rohschwefel auf 1 Erz erhalten, ein sehr geringes Verhältniß, wenn man berücksichtigt, daß die Erze die Hälfte ihres Gewichtes Schwefel enthalten. Es würde nicht unmöglich sein, die von den Röstthaufen erhaltene schweflige Säure auf Schwefelsäure-Fabrikation zu benutzen, und es werden ohne allen Zweifel in dieser Richtung in der Folge Versuche angestellt werden, indem man einen bedeutenden Theil von der Säure, die jetzt gänzlich verloren geht, gewinnen könnte.

Die Kerne bilden 13,26 Procent von den gerösteten Erzen; man hat 7123,80 Tonnen Kerne dargestellt. Ihr Kupfergehalt beträgt 4,5 Proc., so daß sie daher 77,570 Tonnen Kupfer enthalten.

Man hat 9880 Tonnen auszulaugender Erden gewonnen, d. h. 0,76 auf 1 Erz, welche nach den Proben 130,43 Tonnen Kupfer, d. h. 1,325 Proc. Kupfer in den auszulaugenden Erden enthalten.

Man hat zu den Decken etwa 8000 Tonnen einmal ausgelaugte Erden gebraucht, die im Durchschnitt 0,6 Proc. Kupfer enthalten und 4000 Tonnen zweimal ausgelaugte Sande, deren mittlerer Kupfergehalt 0,3 Proc. nicht übersteigt.

Die Röstung im steyerschen Ofen. — Die Erzröstung in den Stadeln oder Oefen, die weiter oben beschrieben worden sind, befand sich im Jahr 1853 noch im Versuchsstadium. Sie scheint hinlängliche günstige Resultate zu geben, geringer aber als die gehofften, als man so kostbare Constructionen begann.

Zum Chargiren muß man alle Materialien über die Mauern erheben, d. h. mehr als 3 Meter hoch über dem Boden, oder man muß eine von den kurzen Seiten der Stadeln einreißen und nach der Füllung wieder herrichten; dieses letztere Mittel ist als das wohlfeilere erkannt worden. Auf der Schiefersohle bringt man eine oder zwei Reihen von Holzscheiten an, je nach der Stärke des Holzes; darüber her werden die Erze in abwechselnden horizontalen Schichten von Stücken und von Klein aufgestürzt. Die Charge eines Ofens enthält 288 Tonnen. Man bringt der Länge nach fünf senkrechte Essen an, deren Wände aus Steinen bestehen, die aus Erzklein und etwas Thon, mit Hülfe eines starken Druckes geformt worden sind.

Sobald man den Stadel gefüllt hat, verschließt man die vierte Seite desselben wieder, die während des Ladens weggenommen war; man beginnt die Decke mit den ausgelaugten Schlämmen herzustellen, während man zu gleicher Zeit das Brennmaterial in den fünf Essen in Brand steckt. Wenn alles Holz in gehörigem Brande ist, so verschließt man die Essen mit Erzstücken und mit Erzziegeln und vollendet die Decke auf der ganzen oberen Fläche des Erzes. Die Decke ist weit stärker als bei dem großen Haufen; allein es ist unmöglich, die sämmtlichen Schlämme, welche von einer ganzen Charge kommen, zu benutzen. Man muß daher einen großen Theil auf die Sohle und auf die Oberflächen der großen Haufen bringen; man würde daher in Verlegenheit kommen, wenn die ganze Röstung in steyrischen Oefen ausgeführt werden sollte. Die Stärke der Decke beträgt gewöhnlich 0,40 Meter; sie ist bedeutend genug, um den Zug wesentlich zu verzehren und um die Erhebung der Verbrennung in den Erzen nur sehr langsam zu bewirken.

Die verschiedenen Phasen des Prozesses und die Reactionen sind ganz dieselben wie bei den Haufen, jedoch mit dem Unterschiede, daß die Temperatur an jedem Puncte etwas höher ist, daß die Erzziegeln Kerne geben, und endlich, daß der Schwefel fast während der ganzen Dauer des Prozesses abfließt. Anfänglich fängt man ihn in Sümpfen in der Sohle auf, während er sich später in den 20 Vertiefungen sammelt, die in der Mitte der Höhe der Mauern angebracht sind. Während der letzteren Monate endlich sammelt sich der Schwefel in runden Vertiefungen an, die in der Decke vorgerichtet sind, ganz auf dieselbe Weise, wie es bei den Haufen der Fall ist.

Zur Vollendung eines Röstprozesses sind 5—6 Monate erforderlich; die Arbeitslöhne sind etwas bedeutender, wie bei dem alten Verfahren, allein man gewinnt etwas mehr Kerne und Schwefel.

Die auf diese Weise gerösteten 2000 Tonnen Erz haben in den 4 Oefen, welche die Hütte besitzt, 7 Prozesse erfordert.

Man hat erhalten:

Kerne	280	Tonnen, d. h.	14	Procent
Auszulaugende Erden	1520	„ „ „	76	„
Rohschwefel . . .	28	„ „ „	1,40	„

Der Kupfergehalt der Kerne und der Erden ist fast derselbe, wie bei den gleichen Producten von der Haufenröstung: 4,50 Proc. für die Kerne und 1,325 Proc. für die auszulaugenden Erden.

Haushaltsverhältnisse. — Man hat etwa 19 Tonnen F
und Spähne verbrannt, d. h. fast dasselbe Verhältniß, wie bei dem

Verfahren (0,0095 statt 0,010 für 1 Erz). Das Füllen der Stadeln, so wie die verschiedenen Transporte und das Sammeln des Schwefels haben 300 Arbeiterschichten erfordert.

Nach diesen Zahlen betragen die Kosten im steyrischen Ofen, auf 1 Tonne Erz berechnet, das Nachstehende:

Arbeitslöhne, 0,15 Schichten, . .	0,263 Frcs.
Holz und Spähne, 0,0095 Tonnen,	0,100 „
Diverse Kosten	0,100 „
Summa	0,463 Frcs.

Die diversen Kosten sind etwas höher, wie bei dem alten Verfahren, weil sie die zu Wiederherstellung der Ofenwand nach dem Füllen desselben begreifen.

Die Röstung im steyrischen Ofen kostet wirklich etwas mehr, da man die Anlagekosten der Apparate in Rechnung bringen muß, und man wird einsehen, daß dieselben sehr bedeutend sind und daher die Generalkosten bedeutend erhöhen. Dagegen haben sie aber einen offenbaren Vortheil, nämlich den, daß sie etwas mehr Kerne geben und daß eine weit geringere Menge von Schwefel verloren geht; es wird aber dieser Vortheil durch die Unmöglichkeit aufgehoben, alle bei der Auslaugung erzeugten Schlämme zweckmäßig benutzen zu können. *)

Das Zerschlagen der Erzstücke mit Fäusteln. — Das Zerschlagen der gerösteten Erzstücke hat als wesentlichen Zweck die Scheidung der Kerne, in welchen sich das Kupfer concentrirt hat, von dem oxydirten Theil, welcher ihre Schale bildet. Es wird diese Arbeit von 120 Kindern unter Aufsicht und Anleitung eines Steigers ausgeführt. Es hat diese Arbeit durchaus keine ernstliche Schwierigkeit. Kern und Schale trennen sich bei geringen Fäustelschlägen sehr leicht und scharf von einander, ohne daß der Kern zerschlagen wird. Die Kinder werden in Tagelohn bezahlt, müssen aber 54 Kilogrm. Kerne schaffen; sie können in 10 Arbeitsstunden 0,66 bis 1 Frc. verdienen. Der Steiger erhält täglich 2 Frcs. Lohn.

Es betragen daher die Scheidungskosten für die Tonne Erz:

Arbeitslöhne und Aufsicht, 2,42 Schichten	1,635 Frcs.
Abnutzung der Gezähe und diverse Kosten	0,065 „
Summa	1,700 Frcs.

Die Röstung und die Scheidung geben folgende Producte:

Rohschwefel . . .	54	Tonnen	
Kerne	2,003,80	„	mit einem mittlern Gehalt von 4,50 Proc.
Auszulaugende Erden	11,400	„	mit einem mittlern Gehalte von 1,325 Proc.

*) Wir müssen hier auf einige sehr wichtige Arbeiten über das Kernrösten aufmerksam machen: Ueber das sogenannte Kernrösten bei den Kiesen und die Schwefelgewinnung bei dem Kiesrösten, vom k. k. Inspector v. Lürzer zu Agordo in Tunner's Jahrbuch, Bd. III. (1853) S. 339. — Schon oben citirt. — Notizen über das Kernrösten 2c. [illegible] in dem IV. Bde. des Jahrbuches, S. 242. — Ueber die [illegible] Kupferkiese, vom Professor Werther in Königsberg [illegible] Bd. 58, S. 321 2c.

Diese beiden letzteren Producte enthalten an Kupfer: 90,17 Tonnen Kerne und 151,05 Tonnen die auszulaugenden Erden. Die Summe dieser beiden Zahlen, 241,20 Tonnen, unterscheidet sich sehr wenig von den 240 Tonnen, welche durch die Proben für den Kupfergehalt der 15,000 Tonnen der in Haufen gerösteten Erze angegeben haben.

Endlich muß man nicht unberücksichtigt lassen, daß die Röstung zur Vorbereitung für eine neue Auslaugung von 14,000 bis 15,000 auszulaugender Schlämme, die bereits ein- bis zweimal ausgelaugt worden sind, dient. Diese Materialien erfordern sehr viele Arbeiterschichten und haben einen wesentlichen Einfluß auf die Steigerung der Kosten. Dasselbe gilt von der Scheidearbeit mit Fäusteln, wodurch die Scheidung der gerösteten Erze in zwei Classen bewirkt wird, von denen die einen auf dem nassen Wege zu Gute gemacht werden, während die anderen zum Rohschmelzen kommen.

Man darf keinen Vergleich in Beziehung auf die Arbeitslöhne und die Brennmaterialien zwischen der Hütte zu Agordo und anderen Hütten anstellen wollen, welche die Haufenröstung bei verschiedenen Erzen, und nur in der Absicht unternehmen, um diese Erze zur ersten Schmelzung im Schachtofen vorzubereiten.

Reinigung des Schwefels. — Der bei der Röstung gesammelte Schwefel enthält Arsen und andere erdige oder metallische Substanzen, welche durch die Sublimation mit fortgerissen, oder von den Arbeitern aus den Vertiefungen, Sümpfen und den Räumen in den Ofenmauern mit weggeschöpft sind. Die Reinigung besteht nur in einer langsamen Schmelzung, wobei man die Flüssigkeit abschäumt und den Schwefel mit Kellen ausschöpft, um ihn in hölzerne Formen zu gießen. Durch diesen Prozeß können nun freilich die erdigen und metallischen Beimengungen abgeschieden werden, nicht aber das Arsen, welches der Schwefel in wesentlicher Menge beigemischt enthält.

Die Schmelzung erfolgt in gußeisernen Kesseln, die nur 150 Kilogrm. Rohschwefel enthalten; man erhält die Substanz 4 Stunden lang flüssig, schäumt alsdann und schöpft den gereinigten Schwefel in die Form. Dieser Theil der Hütte enthält 2 Kessel und beschäftigt 2 Arbeiter. Aller in 1 Jahre gewonnene Schwefel kann in einer Arbeitszeit von 4 Monaten gereinigt werden. Bei dem von den Rösthaufen gewonnenen Schwefel ist der Abgang bei der Reinigung gering und übersteigt 3 Proc. nicht; bei dem in den steyrischen Oefen gewonnenen beläuft er sich dagegen auf 14—15 Procent.

Man hat im Jahre 1853 54 Tonnen Rohschwefel gewonnen und daraus 49,25 Tonnen Stangenschwefel mit einem Aufwande von 15,50 Tonnen Holz und mit Hülfe von 180 Arbeiterschichten dargestellt. Die Abnutzung des Materials, der Kessel, Gezähe, hölzernen Formen und die diversen Kosten haben sich auf 200 Frcs. erhoben.

Nach diesen Zahlen sind die Reinigungskosten auf 1 Tonne Stangenschwefel die folgenden:

Arbeitslöhne, 3,60 Schichten à 2 Frcs., . . .	7,200 Frcs.
Holz, 0,316 Tonnen à 10,52 Frcs., ...	3,324 „
Gezähe, Material und diverse Kosten	4,081 „
Summa	14,605 Frcs.

Zu diesen Kosten kommen aber noch die für die beiden Arbeiter, welche den Schwefel von den Haufen und von den Oefen sammelten, und welche auf die Tonne Schwefel betragen:

12,25 Schichten à 2 Frcs. . . . 12,50 Frcs.

Der Productionspreis für die Tonne Stangenschwefel beträgt daher, wenn man die Generalkosten unberücksichtigt läßt, 39,105 Frcs. Man kann die Tonne mit 230 Frcs. verkaufen und erlangt daher den bedeutenden Gewinn von mehr als 9000 Frcs. Dieser Gewinn ist aber sehr gering, wenn man ihn mit dem sehr bedeutenden Werth vergleicht, den der verloren gehende Schwefel haben könnte.

Die Hüttenprozesse auf dem nassen Wege. — Das Auslaugen. — Das Auslaugen der oxydirten Erztheile ist ein sehr verwickelter Prozeß, der vielfache Manipulationen und eine große Anzahl von Apparaten, d. h. mit anderen Worten viel Platz und Arbeitskräfte erfordert.

Die oxydirten Erden werden nach einander in 4 Gefäßen, die stufenweise übereinander stehen, ausgelaugt und auf eine geneigte Ebene gebracht, so daß der größte Theil der Flüssigkeit, welche die Erden durchdringt, abfließen konnte. Sie wird von einer Rinde aufgenommen, welche sie in die Cementirgefäße führt. Wir wollen diese Gefäße mit den Nummern 1, 2, 3, 4 bezeichnen und das Gefäß Nr. 1 dasjenige nennen, welches auf der obersten Stufe steht und klares Wasser aufnimmt.

Das zum Auslaugen benutzte Wasser bleibt in einem jeden von den 4 Gefäßen 24 Stunden und fließt von Nr. 1—4 abwärts, während die oxydirten Erden nach und nach von Nr. 4 bis Nr. 1 emporgebracht werden. Auf diese Weise werden die zum Theil in den 3 unteren Gefäßen von ihrem Kupfergehalt befreiten Erden noch von dem reinen Wasser in Nr. 1 ausgelaugt, während die schon in den 3 oberen Gefäßen sulfatisirten Wasser sich durch die Berührung mit den von der Röstung herbeikommenden Materialien, welche zuerst in das Gefäß Nr. 4 gebracht werden, sättigen.

Diese sehr rationelle Einrichtung erfordert viel Arbeitskräfte; es muß nämlich an jedem Tage Morgens Folgendes geschehen: es müssen die Wasser aus dem Gefäß Nr. 4 in den Behälter für die Cementationswasser abgelassen werden; man muß die Schlämme herausnehmen und sie auf einer obern Stufe neben dem Gefäß Nr. 3 aufstechen; es müssen die Wasser aus Nr. 3 in Nr. 4 abgelassen und diese letztere mit den Erden, die von der Röstung kommen, gefüllt werden; es müssen die Schlämme aus Nr. 3 genommen und nach Nr. 2 emporgebracht werden; man muß die Wasser aus Nr. 2 in Nr. 3 ablassen und dieses Gefäß Nr. 3 mit den Schlämmen von Nr. 4 füllen u. s. f. bis zum Gefäß Nr. 1, dessen Schlämme ausgestochen und, nachdem sie etwas abgetrocknet sind, zur Röstung zurückgebracht werden.

Die Füllung des untern Gefäßes beträgt etwa 13 Tonnen; in das obere Gefäß bringt man täglich 9 Kubikmeter klares Wasser und läßt jeden Tag aus dem untern Gefäß nach dem Cementationsbehälter 8 Kubikmeter Lauge ablaufen, die etwa 28—30 Areometergrade nachweist, und die man als reiche Lauge ansehen [illegible] obgleich sie hauptsächlich schwefelsaures Eisen enthält.

Jede Reihe vo[illegible] [illegible]ugen von 3900 Tonnen oxydirter Erden, d[illegible] [illegible] es sind 3 Reihen von

Gefäßen erforderlich, um die 11,400 Tonnen, welche jährlich gewonnen werden, auslaugen zu können.

Man erhält etwa 7000 Kubikmeter reiche Lauge, durchschnittlich von 29 Areometergraden und $\frac{65}{100}$ Kupfer enthaltend, welche in den der Auslaugung unterworfenen Erden vorhanden waren, d. h. 98 Tonnen Kupfer. Man darf annehmen, daß der Kupfergehalt von 1 Kubikmeter reicher Lauge 14 Kilogrm. betrage. Sie enthalten daher nicht mehr als 35 Kilogrm. Sulfat, d. h. 35 Grmm. auf das Litre. Sie müssen daher ein sehr großes Verhältniß von schwefelsaurem Eisen enthalten.

Die ausgelaugten und an der Luft getrockneten Schlämme werden zu den Röſthaufen gebracht und zur Bildung der Decken benutzt; sie kommen alsdann zu der Auslaugung zurück und werden wie oxydirte Erden behandelt; die einzigen Unterschiede dabei sind, daß man minder starke Füllungen macht und in das Gefäß Nr. 1 einer jeden Reihe nur 4,50 Kubikmeter Wasser statt 9 Kubikmeter bringt.

Man gewinnt bei dieser zweiten Auslaugung etwa 4000 Cubikmeter Lauge jährlich; sie zeigt 23 bis 24 Areometergrade und hält daher weniger Kupfer als die erstern, kommt daher auch in besondere Behälter. Diese Lauge enthält annähernd 20 Proc. von dem Kupfer der von der Röstung kommenden Erden, d. h. etwa 30 Tonnen Kupfer. Jedes Cubikmeter Lauge enthält 7,50 Kilogrm. Kupfer oder 19 Kilogrm. Sulfat; ihr Gehalt ist daher fast die Hälfte von dem der reichen Lauge; sie enthalten ein fast eben so bedeutendes Verhältniß von Eisensulfut. Die aus den obern Gefäßen genommenen Schlämme werden mehre Tage lang an der Sonne getrocknet und gelangen alsdann auf ein Sieb, dessen Oeffnungen 0,01 Met. Seite haben. Alle feinen Theile werden als unhaltig angesehen und weggeworfen, während die Körner zum Röſthaufen gelangen und unter dem Brennmaterial als Sohle der Haufen aufgeschüttet werden. Sie gelangen alsdann zu der Auslaugung und werden als Schlämme behandelt, jedoch mit etwas weniger Wasser.

Eine einzige Reihe von vier Gefäßen reicht zur Auslaugung hin und giebt jährlich etwa 1000 Cubikmeter arme Lauge, die nicht mehr als 18 bis 19 Areometergrade angiebt. Diese Lauge enthält fast 8 Tonnen Kupfer, d. h. etwa 500 Theile von den in den oxydirten Erden enthaltenen Metallen. Ihr Kupfergehalt beträgt 8 Kilogrm. auf das Cubikmeter; sie enthalten noch sehr viel schwefelsaures Eisen.

Diese Wasser werden in den Behälter geleitet, der die von der zweiten Auslaugung aufnimmt.

Producte. — Das Auslaugen der oxydirten Erztheile giebt daher:

7000 Cubikmeter reiche Lauge, welche 98 Tonnen Kupfer enthält;
5000 Cubikmeter arme Lauge mit einem Kupfergehalt von 38 Tonnen.

Dieß sind zusammen 36 Tonnen Kupfer, während die Proben in den von der Röstung herrührenden Proben 151 Tonnen Metall geben. Der Verlust würde nach diesen Zahlen 15 Tonnen Kupfer betragen, d. h. etwa 10 Proc.

Es dürfen diese Zahlen jedoch nur als Annäherungen angesehen werden; die Proben mit so armen Substanzen können nicht mit einer solchen Genauigkeit ausgeführt werden, um nach dem aus einigen Grammen erhaltenen Resultaten den wirklichen Kupfergehalt aus Tausenden Tonnen gerösteter Erze oder aus Tausenden Cubikmetern von Lauge, genau berech-

zu können. Demnach sind diese Angaben von großem Werth, da sie die Annahme begründen, daß die Auslaugung sehr gut ausgeführt und der Kupferverlust verhältnißmäßig sehr gering ist. Die weggestürzten Schlämme dürfen nicht mehr als $\frac{17}{10000}$ bis $\frac{18}{10000}$ Kupfer enthalten.

Sowohl die reiche als arme Lauge enthält eine sehr wesentliche Menge von Arsensäure; ihre Menge ist nicht bestimmt, allein man findet in dem Cementkupfer stets Arsen.

Haushaltsverhältnisse. — Die Auslaugung und die Transporte erfordern 52 Arbeiter, die im Geding gelohnt werden und etwa 1,50 Frcs. in der Schicht verdienen. Zu einer Tonne auszulaugender Erden, welche von der Röstung herkommen, sind daher 1,37 Schichten Arbeitslöhne zu den verschiedenen Arbeiten erforderlich, welche die vollständige Auslaugung erfordert.

Man kann auf eine Tonne Erz eine Arbeitsschicht rechnen. Die Abnutzung des Materials und der Gezähe erfolgt sehr schnell und es sind daher Reparaturen sehr häufig, da sowohl die Gefäße, als auch die Gezähe und die Karren, in denen der Transport bewirkt wird, in kurzer Zeit durch die etwas sauren Wasser zerfressen werden. Man rechnet daher jährlich auf Reparatur- und Unterhaltungskosten 2500 Frcs.

Die Specialkosten für die Auslaugung, auf eine Tonne Erz zurückgeführt, sind die nachstehenden:

Arbeitslöhne, 1 Schicht	1,50 Frcs.
Gezähe, Reparaturen, diverse Kosten . .	0,67 „
Summa	1,667 Frcs.

Die Cementation. — Die Fällung des Kupfers durch Roheisen wird in zwei verschiedenen Apparaten bewirkt, in den Bleikammern und in dem Flammofen. Die Producte sind sich fast gleich, allein bei dem Brennmaterial- und Roheisenverbrauch findet eine wesentliche Verschiedenheit statt. Wir wollen mit Beschreibung der Arbeiten im Flammofen beginnen und wollen dann auch mit wenigen Worten angeben, auf welche Weise die Cementation in den Bleikammern bewirkt wird.

Der Flammofen. — Man führt auf die Sohle etwa 15 Cubikmet. Lauge ein, indem man die in den beiden Behältern enthaltenen reiche und arme, in dem Verhältniß, in welchem sie darin enthalten sind, vermischt, d. h. 9 Cubikmet. reiche und 6 Cubikmet. arme Lauge. Eine solche Füllung enthält 141—142 Cubikkilogrm. Kupfer. Auf den beiden Seitenbänken sind die Roheisenstücke an einander gereiht, deren Gewicht zwischen 800 und 1000 Kilogrm. differirt. Das Roheisen wird auf diese Weise in einem sehr großen Ueberschuß angewendet. Sobald die Füllung vollendet ist, verschließt man die Thüren und zündet das Feuer auf dem Rost an; man verbrennt nur geringe Holzsorten und steigert die Wärme nur langsam, um das Cementwasser in einer Temperatur von 62—65° C. zu erhalten.

Etwa zwölf Stunden nach Beginn des Prozesses ist der größte Theil des Kupfers gefällt; das Wasser verliert seine grünlichblaue Farbe, welche es anfangs hatte und wird gelb. Man verschließt die Thür des Aschenkastens und bewirkt eine langsame Vollendung der Präcipitation und zwar soviel als thunlich ohne [illegible]tritt. Die Abkühlung dauert 24 Stunden; nach dieser Zeit [illegible] Wasser, indem man einige Augenblicke ein Stück polir[illegible]; man ist überzeugt, daß die Fäl-

lung des Kupfers vollständig sei, wenn die reine Oberfläche des Eisens nicht mit der geringsten Kupferhaut überzogen wird. Im entgegengesetzten Fall muß man die Wasser wieder erwärmen und in Berührung mit dem Roheisen so lange verlängern, bis daß die Probe mit der Eisenplatte keinen Kupfergehalt mehr andeutet.

Sobald der Prozeß beendigt ist, enthält das Cementationsgefäß des Flammofens einen bedeutenden Theil ganz klaren Wassers, während der untere Theil stets trübe ist, indem sich die feinsten Theile des Cements nur mit einer außerordentlichen Langsamkeit niederschlagen. Die klaren Wasser läßt man in die Krystallisirkästen für den Eisenvitriol ablaufen; sie haben gewöhnlich eine Temperatur von 45—50° und das Anschießen des Vitriols erfolgt hauptsächlich durch Abkühlung.

Die trüben Wasser auf der Sohle des Flammofens werden in Niederschlagssümpfe geleitet, die oben wohl verschlossen sind und in denen man sie so lange ruhig stehen läßt, bis sie klar geworden.

In dem Ofen bleibt das Cementkupfer und die Roheisenstücke auf den Bänken, welche mit Cement bedeckt sind, zurück. Man läßt den Ofen etwa bis 35° erkalten und leitet alsdann eine gewisse Wassermenge hinein. Es tritt ein Arbeiter in das Gefäß und reibt mit einem Besen und so stark als möglich die Ofenwände und die Roheisenstücke; man läßt alsdann das trübe Wasser in einen äußern Behälter ab und leitet eine andere Menge reines Wasser ein u. s. f. bis das Roheisen auf die Ofenwände gehörig gereinigt sind, und alles Cementkupfer von dem Wasser fortgeführt ist.

Man kann alsdann zu einem neuen Prozeß schreiten. Im Jahre 1853 hat man 99 Füllungen in dem Flammofen gemacht und hat 1488 Cubikmet. Cementwasser behandelt, welche etwa 14 Tonnen Kupfer enthielten; zur Fällung wurden 35 Tonnen Roheisen und zur Feuerung 213,15 Tonnen Holz verbraucht.

Producte und allgemeine Grundsätze. — Der Prozeß giebt drei verschiedene Producte:

Klare und warme Wasser; sie werden direct nach den Krystallisirgefäßen geleitet.

Die geklärten Wasser des ersten Behälters; es würde möglich sein, sie zur Eisenvitriolfabrikation zu benutzen, allein es kann dieses Product nicht immer gut verkauft werden und man muß daher diese Wasser unbenutzt abfließen lassen.

Das Cementkupfer, welches in den beiden Behältern abgesetzt ist; es enthält alles Kupfer und gelangt zu der Beschickung auf das Rohschmelzen.

Die klaren Wasser des zweiten Behälters sind zu arm, um Kupfervitriol daraus gewinnen zu können und man läßt sie daher wegfließen.

Wir wollen uns zunächst mit dem Cementkupfer beschäftigen, welches das wichtigste Product von dem Prozesse ist.

Das an der Luft getrocknete Cementkupfer enthält das metallische Kupfer sehr fein und zertheilt und eben so das Kupferoxyd; es enthält außerdem ein bedeutendes Verhältniß von Subsulfat und Subarseniat des Eisenoxydes, dessen Vorhandensein das Product der Cementation um wenigstens 40 Proc. Kupfer vermindert. Während des Prozesses sättigt das Eisen in dem Roheisen den schwachen Ueberschuß von Schwefelsäure, der dasselbe auf das Minimum des in den Wassern enthaltenen Eisenoxydes zurückführt und das Kupferoxyd reducirt. Da die Berührung der Luft nicht vollständig

vermieden werden kann, so absorbirt ein Theil des neutralen Sulfats das Eisenoxydul den Sauerstoff und giebt wenig lösliches Subsulfat des Oxyds; es schlägt sich zu gleicher Zeit wie das Kupfer nieder und nimmt die Arsensäure mit sich fort.

Das Cementkupfer ist daher um so reicher und reiner, je mehr Sorgfalt man während der Dauer der Operation auf Vermeidung des Luftzutritts verwendet hat. Man wendet diese Vorsichtsmaßregel um so mehr an, indem man dadurch allein das angewendete Verhältniß des Roheisens vermindern kann. Nimmt man wirklich an, daß die Luft nicht wirken könne, so wird die Cementation eine gewisse Menge Roheisen verbrauchen, die man vorher berechnen kann. Es wird das die in theoretischer Hinsicht nothwendige Wirkung sein, um das Kupfer zu fällen, um das in den Wassern vorhandene Eisenoxyd auf das Minimum zu reduciren und um die überschüssige Schwefelsäure zu sättigen.

Wenn dagegen die Luft während der ganzen Dauer des Prozesses mit der Oberfläche der Flüssigkeit in Berührung steht, so wird sie sehr wesentlich durch ihren Sauerstoffgehalt dahin wirken, einen Theil des Eisenoxyduls in Oxyd zu verwandeln. Man müßte eine entsprechende Menge Roheisen zur Reduction dieses Oxydes anwenden, da das Kupfer nicht vollständig aus den Wassern gefällt werden kann, die mit einem wesentlichen Verhältniß eines Eisenoxydsalzes beladen sind.

In gewissen Hütten, in denen die Cementation langsam in der gewöhnlichen Temperatur und in wenig tiefen Kanälen bewirkt wird, gelangt man nur sehr schwierig, durch Einwirkung einer großen Menge von Roheisen und altem Eisen dahin, den größten Theil des Kupfers auszufällen. Man verbraucht mehr als vier Gewichtstheile Eisen auf 1 Theil Kupfer und das dargestellte Cementkupfer enthält 60 — 70 Proc. Subsalze des Eisenoxyds.

Der Flammofen zu Agordo scheint sehr gut zur Abhaltung der Luft von den Wassern, so weit dieß die Benutzung des Holzes als Brennmaterial gestattet, eingerichtet zu sein. Bei seiner zweckmäßigen Einrichtung und bei einer guten Leitung des ganzen Betriebes ist es möglich nur 2,50 Roheisen auf 1 gefälltes Kupfer zu gebrauchen, und dennoch enthält das Cementkupfer nicht einmal die Hälfte seines Gewichts an metallischem Kupfer.

Das Cementkupfer wird in zwei Theile getheilt, die mit den Benennungen Grassure und Brunini bezeichnet werden. Die letztern sind sehr arme Schlämme, die sich in dem ersten Behälter absetzen, in welche man nach jedem Prozeß die trüben Wasser von dem Boden des Cementationsgefäßes ablaufen läßt. Die darin enthaltenen feinen Substanzen bestehen zum großen Theil aus Eisenoxyd-Subsalzen; es bildet sich durch die längere Berührung mit der Luft noch eine neue Quantität. Diese Absätze enthalten nicht mehr als 10 Proc. Kupfer. Die Grassures sind die schwersten Theile des Cementkupfers, die auf dem Boden des Gefäßes, nachdem alle flüssigen Theile entfernt sind, liegen bleiben. Sie enthalten nur einen Theil der Subsalze des Eisens, die während der Cementation selbst entstanden sind; ihr Kupfergehalt beträgt zwischen 50 und 60 Proc.

In seiner Gesammtheit enthält das Cementkupfer gewöhnlich 37 bis 38 Proc. Kupfer. Im Jahre 1852 hat man bei den 99 Cementationsprozessen, die in dem Flamm[illegible] worden sind, 37,72 Tonnen trocknes Cement gewonnen, [illegible] metallisches Kupfer enthielt.



Die Bleikammern. — Die Hütte hat sieben Bleikammern, in denen man 560 Prozesse zur Verarbeitung von 10,518 Cubikmet. reicher und armer Cementwasser ausgeführt hat; es macht dieß im Durchschnitt 80 Cementationen für jede Kammer und fast 19 Cubikmet. Cementwasser auf den Prozeß.

Die armen und reichen Laugen werden in einem fast gleich bleibendem Verhältniß vermischt; die Füllung einer Kammer besteht gewöhnlich aus 11 Cubikmet. reichen und aus 8 Cubikmet. armen Cementwasser. Jede Füllung enthält 214—215 Kilogrm. Kupfer.

Auf dem Boden liegen die Roheisenstücke, deren Gewicht wenigstens 11,000 Kilogrm. betragen muß. Nachdem die Füllung beendigt ist, bedeckt man die Kammern mit sehr starken Bretern, welche möglichst genau an einander liegen oder so dichte Fugen haben, daß so wenig als möglich Luft hindurch und in die Kammer dringen kann. Die während des Prozesses entstehenden Dämpfe werden aus der Kammer mittelst einer aus Bretern bestehenden Esse, die an der Mauer des Gebäudes angelehnt ist, abgeführt.

Man erwärmt das Cementwasser dadurch, daß man auf dem Herde Torf und Holzkohlen verbrennt. Man führt den Prozeß fast wie den in dem Flammofen, d. h. man erwärmt die Wasser bis zu der Temperatur von 60—62 Graden, man erhält sie mehre Stunden darin, bis daß sie gelblich geworden sind. Darauf hört man auf zu feuern und überläßt die Cementation, so wie die Klärung der Wasser 36 Stunden sich selbst. Die trüben Wasser am Boden der Kammer werden in einen Behälter abgelassen; die Wände der Kammer und die Roheisenstücke werden mit Wasser und mittelst Besen gewaschen, worauf alles Cement durch einen Kanal am Boden der Kammer abfließt und man zu einem neuen Prozeß schreitet. Die ganze Dauer eines solchen Prozesses beträgt vier Tage.

Die Producte sind dieselben wie die des Flammofens; jedoch enthält das Cement etwas weniger Eisen-Subsalze, welches von der großen Tiefe der Kammern herrührt. Man erhält mehr klare Wasser und folglich weniger Brunini.

Haushaltsverhältnisse. — Man gewinnt aus einer Füllung 530 bis 540 Kilogrm. trocknes Cement, welches etwa 215 Kilogrm. Kupfer enthält, d. h. 40 Proc. Im Jahre 1853 hat man 300 Tonnen trocknes Cement mit einem Kupfergehalt von 122 Tonnen gewonnen, wobei verbraucht wurden:

Roheisen, 366,50 Tonnen, d. h. 3 Roheisen auf 1 Kupfer.
Holzkohlen, 440,570 Tonnen, d. h. 3,615 Kohle auf 1 Kupfer.
Torf, 407,80 Tonnen, d. h. 3,345 Torf auf 1 Kupfer.

Die Cementation im Flammofen hat 37,72 Tonnen trocknen Cement gegeben, der 14 Tonnen Kupfer enthielt, wobei verbraucht wurden:

Roheisen, 35 Tonnen, d. h. 2,50 Roheisen auf 1 Kupfer.
Holz, 213,15 Tonnen, d. h. 15,23 Holz auf 1 Kupfer.

Nach dem weiter oben angegebenen Brennmaterial- und Roheisenpreisen, werden zur Darstellung von 1 Tonne Kupfer aus dem Cement erforderlich sein:

	Im Flammofen.	In den Bleikammern.
Holz	160,22 Frcs.	
Torf und Kohlen		247,76 Frcs.
Roheisen	570,00 Frcs.	672,00 Frcs.
	730,22 Frcs.	919,76 Frcs.

Der Flammofen ist daher ökonomischer als die Bleikammern, und es ersetzt bei diesen letztern der größere Kupfergehalt des Cementes den Mehrverbrauch nur sehr unvollkommen. Bei diesem Vergleich haben wir die Arbeitslöhne ganz unberücksichtigt gelassen, weil sie in beiden Apparaten fast dieselben sind und ihr Zahlenwerth im Verhältniß zu dem Roheisen- und Brennmaterialverbrauch ein sehr geringer ist.

Die sieben Bleikammern und der Flammofen erfordern acht Arbeiter, die etwa 2 Frcs. täglich an Lohn verdienen. Die Reparaturen an den Apparaten sind häufig und weit bedeutender bei den Bleikammern wie bei dem Ofen.

Im Jahre 1853 waren die Ausgaben für die Cementation folgende:

Roheisen	401,50 T.	à 224,00 Frcs.	89,436,00 Frcs.
Holz	213,15 „	à 10,52 „	2,224,34 „
Holzkohlen	440,75 „	à 57,25 „	25,232,94 „
Torf	407,80 „	à 12,20 „	4,965,16 „
Arbeitslöhne	2400 Schichten	à 2 „	4,800,00 „
Reparaturen, Gezähe und diverse Kosten			17,000,00 „
Summa der jährlichen Ausgaben			128,876,44 Frcs.

Es kommen daher auf 1 Cubikmeter Cementirwasser:

Roheisen	0,033 Tonnen	7,392 Frcs.
Holz	0,0178 „	0,187 „
Holzkohlen	0,0367 „	2,103 „
Torf	0,034 „	0,414 „
Arbeitslöhne	0,20 Schichten	0,400 „
Gezähe, Reparaturen und diverse Kosten		0,142 „
	Summa	10,638 Frcs.

Auf 1 Tonne zu röstender Erze zurückgeführt, betragen diese Kosten:

Roheisen	0,027 Tonnen	6,048 Frcs.
Holz	0,014 „	0,147 „
Holzkohlen	0,030 „	1,717 „
Torf	0,027 „	0,329 „
Arbeitslöhne	0,160 Schichten	0,320 „
Gezähe, Reparaturen und diverse Kosten		0,113 „
	Summa	8,674 Frcs.

Man gewinnt aus 1 Tonne zu röstender Erze:

0,1336 Kerne mit einem Kupfergehalt von 0,006 Tonnen;

0,0225 Tonnen trockues Cement, welches 0,009 Tonnen enthält.

Die Krystallisation des Eisenvitriols. — Die klaren Cementationswasser, welche aus dem Flammofen oder aus den Bleikammern abfließen, werden direct nach den Krystallisirgefäßen geleitet und lassen die Eisenvitriolkrystalle in F[illegible]ung und langsamen Verdampfung

anschießen. Sobald man sieht, daß die Wasser trübe werden, läßt man sie ablaufen, so daß sich die mit einer dünnen ockerigen Rinde bedeckten Krystalle absetzen können.

Die Krystalle bilden sich am Boden und an den Seitenwänden der Gefäße, so wie auch an Zweigen, die in dieselben eingehängt werden. Die reinsten sind von den Wänden, während die am Boden gebildeten stets durch Eisenoxyd-Subsalze verunreinigt sind; die an den Baumzweigen angeschossenen Krystalle können nicht gänzlich von dem Holze getrennt werden. Man trocknet und verpackt daher diese drei Vitriolsorten jede für sich und verkauft sie zu verschiedenen Preisen.

Die Mutterlauge läuft in die wilde Fluth ab und dasselbe findet meistentheils auch mit den trüben Cementwassern statt, die man jedoch abklären lassen kann, um durch langsame Verdampfung den darin befindlichen Vitriol auch noch zu gewinnen.

Das jährliche Fabrikationsquantum des Eisenvitriols hängt von der Leichtigkeit ab, mit der man denselben absetzen kann. Man gewinnt aus 1 Cubikmet. klarem Cementwasser leicht 0,600 Tonnen Krystalle und es könnte daher die jährliche Production auf 5000 Tonnen gebracht werden. Der Verkaufspreis zu Treviso, Triest oder Venedig, beträgt 57—58 Frcs. die Tonne, so daß der Hütte noch ein wesentlicher Gewinn bleibe, da die einzigen, etwas bedeutenden Kosten, welche sie hat, durch die Verpackung und den Transport veranlaßt werden.

Der Agordoer Eisenvitriol ist nicht sehr rein, da er stets Zinkvitriol und fast stets eine geringe Menge von Eisenoxyd-Subsulfat enthält. In den bis jetzt angestellten Analysen hat man die Einmischung von Arsensäure nicht zu bestätigen gesucht; es ist wahrscheinlich, daß die Krystalle nur sehr wenig davon enthalten, denn fast alle in der Lauge enthaltene Säure muß als Subarseniat des Eisenoxydes am Ende der Cementation niedergeschlagen sein.

Die Krystallisation, das Trocknen und das Verpacken des Vitriols wird von acht Arbeitern besorgt, welche 1,50 bis 2 Frcs. in der Schicht verdienen können. Die Arbeitslöhne und die Verpackungskosten können annähernd auf 6 Frcs. für die Tonne Vitriol bestimmt werden; die Transportkosten nach den Märkten und die Verkaufsspesen sind sicher weit höher, allein wir können in dieser Beziehung keine Zahlen angeben. Es kann überhaupt dieser Betriebszweig der Agordoer Werke erst dann wichtig werden, wenn die Verbindungswege von der Hütte nach den Handelsplätzen verbessert sein werden.

Hüttenprozesse auf dem trocknen Wege. — Das Rohschmelzen. — Zu dem Schmelzen auf Stein kommen: die Kerne vom Rösten, die durch Scheidung auf der Grube separirten reichen Erze, das Cementkupfer, die reichen Schlacken von dem Schwarzkupferschmelzen und von dem Gaarmachen und im Allgemeinen alle kupferhaltigen Rückstände mit möglichem Arsengehalt.

Der Zuschlag des Cements bei der Beschickung oder den sogenannten Schichten, erfordert einige Erklärungen, da es natürlicher erscheint, wenigstens einen Theil dieses Productes zum Schwarzkupferschmelzen zu bringen.

Das Cement enthält eine wesentliche Menge von Eisen-Subarseniat und eine größere oder geringere Menge von kleinen Roheisenkörnern, di

bei der Reinigungsarbeit abgelöst werden, oder die von den fast gänzlich zerfressenen Roheisenstücken herrühren.

Nun würde es mittelst einer zweckmäßigen mechanischen Aufbereitung leicht sein, sämmtliche Eisen-Subsalze mit den feinsten Theilchen des metallischen oder des durch die Berührung mit der Luft wieder oxydirten Kupfers zu separiren; mit den schwerern Körnern würde das Roheisen zurückbleiben und es würde dieser Theil kein Arsen enthalten.

Der erstere Theil der Substanzen müßte offenbar zum Steinschmelzen gelangen; man könnte denken, daß der zweite Theil entweder beim Schwarzkupferschmelzen oder selbst beim Gaarmachen zu Gute gemacht werden könnte. Man hat auch in dieser Beziehung zu Agordo einige Versuche gemacht, hat aber sehr unregelmäßige Resultate erlangt. Zuweilen hat man gutes Schwarzkupfer erzeugt, welches sich sehr leicht gaar machen läßt. Man kann sich leicht Rechenschaft von diesen Resultaten durch das Vorhandensein von etwas Roheisen in dem schwersten Theile des Cements geben. Das gaar zu machende Kupfer enthielt einen sehr unregelmäßigen Eisenüberschuß, dessen Verschlackung um so größere Schwierigkeiten darbot, je weniger gleichartig seine Menge war und je weniger die Arbeiter im Stande waren, diese verschiedenen Mengen zu erkennen.

Man sieht daher, daß das gesammte Cement zum Steinschmelzen mit geschwefelten Substanzen gelangen muß, obgleich es möglich wäre, durch eine mechanische Aufbereitung einen Theil dieses Cements vollständig arsenfrei darzustellen.

Uebrigens ist das Cement beim Steinschmelzen von großem Nutzen; es ersetzt die Metalloxyde, welche auf andern Hütten als geröstete Erze in die Beschickung gelangen und es befördert daher die Gewinnung eines hinreichend reinen Steins, während die Röstung der reichen Erze und der Kerne erspart wird.

Die Mengen der zu diesem Schmelzen gelangenden hauptsächlichen Materialien, sind die folgenden:

Reiche Erze, 320 Tonnen mit dem Gehalt von 6,053 Proc. und folglich mit einem Kupferquantum von 19,370 Tonnen.

Reiche Kerne, 2903,80 Tonnen im Durchschnitt mit 4,50 Proc. Kupfer und daher mit einem Gesammtgehalt von 90,177 Tonnen.

Getrocknetes Cement, 337,72 Tonnen, 40,26 Proc. Kupfer und daher zusammen 136 Tonnen enthaltend.

Diese Substanzen werden in fast constanten Verhältnissen bei den verschiedenen Campagnen mit einander beschickt; die gewöhnliche Zusammensetzung der Schichten ist die folgende:

Reiche Erze	0,120	Tonnen.
Röstkerne	0,753	"
Cement	0,127	"
Rauch, Krätz und verschiedene Rückstände	0,065	"
Reiche Schlacken	0,200	"
Rother Sandstein als Flußmittel	0,190	"
Ges[illegible]t der Schmelzschicht	1,455	Tonnen.

Man [illegible] Ofengange und nach der Flüssigkeit der fallenden [illegible]ichen Schlacken und des Flusses.

[illegible]elzarbeit wird von zwölf Arbeitern

[illegible]

geführt, die sich in achtstündigen Schichten ablösen; einer von den drei Meistern ist der eigentliche Schmelzer und besorgt die Arbeiten vor der Ofenbrust. Die Arbeiter verdienen gewöhnlich 1—2 Frcs., im Durchschnitt 1,50 Frcs. in der achtstündigen Schicht der Mann.

Beschreibung einer Campagne. — Nachdem der Ofen reparirt ist, richtet man den Gestübbetiegel und den Vortiegel vor. Das Gestübbe besteht aus einem innigen Gemenge, welches unter einem Pochwerke bearbeitet ist, von gleichen Theilen Holzkohlen und rothem Sandstein; die obere Schicht des Tiegels wird aus Gestübbe gebildet, welches etwas mehr Holzkohle enthält. Man läßt das Ofenfutter und den Gestübbetiegel drei bis vier Tage lang langsam an der Luft trocknen und macht alsdann zuvörderst mit Holzspänen ein Feuer in dem Tiegel, worauf man Holzkohlen einschüttet, mit denen man nach und nach steigt, je nachdem der Ofen trocken wird, welches man dadurch erkennen kann, daß sich weniger Dämpfe entwickeln. Nach Verlauf von 24 Stunden müssen die Kohlen etwa 2 Meter über der Form hoch liegen und der ganze Tiegel muß rothglühend sein. Man giebt alsdann an der Formseite Schlacken auf, legt die Düsen ein und giebt Wind.

Man fährt fort Kohlen und Schlacken durch die Gicht aufzugeben, indem man beide Materialien möglichst von einander getrennt erhält; das Brennmaterial wird gegen die Brust und die Schlacken gegen die Vorderseite geworfen. Diese beiden Bezeichnungen sind nicht ganz genau, da der innere Querschnitt des Ofens kreisrund ist; es soll jedoch diese Bezeichnung beibehalten werden, um zu zeigen, daß das Aufgeben ganz auf dieselbe Weise wie bei den viereckigen Schachtöfen bewirkt wird.

Wenn die Schlacken geschmolzen vor der Form angelangt sind, so sucht der Schmelzer die Nase zu bilden, wozu 5—8 Stunden erforderlich sind; sie muß alsdann 0,15—0,20 Meter lang sein. Sobald die Nase gehörig gebildet ist, beginnt man mit dem Aufgeben der Beschickung oder der Schicht gegen die Vorderseite und der Holzkohlen gegen die Brust, indem man die Gichten nach und nach bis zu der Gichtöffnung erhebt. In dem Maß, in welchem die Hitze in dem Ofen steigt, d. h. je flüssiger die Schlacken aus dem Vortiegel abfließen, kann man das Verhältniß des Brennmaterials nach und nach vermindern.

Sobald das Abwärmen und das Inbetriebsetzen des Ofens mit Sorgfalt ausgeführt worden sind, gelangt der Ofen am dritten Tage in den normalen Gang; die Zusammensetzung der Gichten, die Menge der in einer gewissen Zeit geschmolzenen Materialien, das Verhältniß der Kohle bleiben 14—18 Tage fast constant.

Störungen und Versetzungen sind sehr selten, da die Kerne und die reichen Erze einen sehr großen Ueberschuß von Schwefeleisen enthalten. Die Ofenwände werden in der Ebene der Form sehr schnell angefressen und mit der Zunahme der innern Räumlichkeit des Ofens, muß man gegen das Ende der Campagne die Kohlengichten etwas steigern. Beträgt aber diese Steigerung ein Drittel der gewöhnlichen Kohlengichten und fließen die Schlacken in teigiger Consistenz aus dem Vortiegel, so bläst man den Ofen aus. Die Dauer der Campagnen ist nicht wesentlich verschieden und beträgt 20—21 Tage.

Beim Ausblasen giebt man auf die letzte Beschickung etwa 1 Cubikr Kohlen auf und läßt so lange Wind ein, bis daß alle Materialien

schmolzen sind, worauf man den Ofen erkalten läßt und ihn alsdann reparirt. Der Tiegel und der untere Theil des Schachtes müssen nach jeder Campagne reparirt werden und nach jedesmaligen zwei Campagnen muß man das ganze Schachtfutter bis zu der Gicht auswechseln.

Während der ganzen Campagne werden die Gichten in fast regelmäßige Zwischenräume aufgegeben; der Schmelzmeister giebt das Verhältniß der reichen Schlacken und des rothen Sandsteins an, welche dem Schichten zugesetzt werden müssen; eben so bezeichnet er auch die Anzahl von Kohlenkörben, die auf eine constante Anzahl von Trögen mit Beschickung aufgesetzt werden müssen.

Die erzeugten Schlacken fließen über das Gestübbe des Vortiegels in die äußern Spurtiegel, welche später den Stein, das Hauptproduct des Prozesses aufnehmen, ab. Der Stein wird in jeder Schicht einmal in einem von den Spurtiegeln abgestochen, nachdem man vorher die Schlacken aus demselben herausgenommen hat, welche den Spurtiegel abwärmten. Sobald alle flüssigen Materialien aus dem Tiegel abgelassen sind, nimmt der Schmelzer die Schlackenplatten, welche den Vorherd des Getriebes verschließen, weg, stellt einen Augenblick den Wind ab, untersucht die Beschaffenheit des Tiegels, löst die Klumpen los, die sich gebildet haben, und erleichtert mit einem Haken den Niedergang der Kohlen über der Brust, darauf verschließt er den Vorherd mit Schlackenplatten und feuchter Kohlenlösche und läßt den Wind wieder einströmen. Es ist von wesentlicher Wichtigkeit, daß der Wind nur möglichst kurze Zeit abgestellt bleibt, indem sich die Nase nur dadurch erhalten kann, daß sie fortwährend durch den Luftstrom abgekühlt wird. Uebrigens ist es sehr schwierig, der Nase die zweckmäßigen Dimensionen zu erhalten, indem vor der Form eine sehr hohe Temperatur herrscht.

In dem äußern Sumpfe findet sich bei jedem Abstich über dem Stein eine gewisse Schlackenmenge mit Steinkörnern. Sobald die Schlacke erstarrt ist, hebt man sie in einem einzigen Stück ab, den Stein dagegen in Scheiben von 0,15—0,02 Met. Dicke.

Man hat die Bemerkung gemacht, daß der Stein oft sehr dicht ist und bei dem folgenden Prozesse, dem Rösten in den Stadeln, nur sehr schwer von der Luft durchströmt werden kann. Die Dichtigkeit rührt hauptsächlich von dem Schwefelzinkgehalt ab; wenn daher die zu Gute gemachten Erze eine wesentliche Blendmenge enthalten, welches häufig der Fall ist, so macht man den Stein dadurch poröser, daß man ihn nach dem Abheben der Schlacken auf die Hüttensohle ablaufen läßt. Um dieß zu bewirken, muß man die beiden Sümpfe höher legen oder in der Hüttensohle einen hinlänglich breiten Graben ziehen, daß der Stein in einer sehr schwachen Schicht ablaufen kann. Durch Aufgießen von Wasser wird die Dichtigkeit ebenfalls vermindert.

Das Schmelzen wird sehr schnell geführt; während der Dauer des normalen Ganges setzt man in 24 Stunden bis 17 Tonnen Beschickung durch. In einer Campagne von 21 Tagen hat man verschmolzen:

Reiche Erze	26,40 Tonnen	220,00 Tonnen.
Röstkerne	165,66 „	
Cem[illegible]	27,94 „	
[illegible]ß, [illegible]haltige Rückstände .		100,00 „
	Summa	320,00 Tonnen.



Man hat im J. 1853 bei abwechselnder Benutzung der beiden Hohöfen zwölf Campagnen gemacht, deren mittlere Dauer 20,5 Tage war; es wäre daher ein einziger Hohofen hinreichend gewesen. Man hat in der als Beispiel angenommenen Campagne verbrannt:

Holzkohlen zum Anblasen . . .	3,80 Tonnen	} 59,60 Tonnen.	
„ „ Schmelzen . . .	55,80 „		
Kohlen zu dem Gestübbe		9,50 „	
	Summa	69,10 Tonnen.	

Producte. — Es fallen bei dem Schmelzen zwei Hauptproducte: Schlacken und Stein; außerdem gewinnt man Rauch, d. h. feine Substanzen, die in den Verdichtungskammern aufgefangen werden, so wie kupferhaltige Reste von den Oefen. Diese Nebenproducte werden immer bei der nächsten Campagne zugeschlagen.

Die sehr kieselige Schlacke enthält als Base Thonerde und Eisenoxydul; sie ist sehr arm an Kupfer und kann fast gänzlich weggestürzt werden, indem ihr Gehalt 0,0035 nicht übersteigt, sobald der Ofen im guten Gange ist. Die in Folge von Betriebsstörungen weniger flüssigen Schlacken, und die gegen das Ende der Campagne gefallenen, enthalten eine wesentliche Menge von Körnern und müssen daher, so viel als möglich in derselben Campagne wieder zum Rohschmelzen kommen.

Beim Schwarzkupferschmelzen schlägt man nur diejenigen Schlacken zu, die bei jedem Abstich mit dem Stein in den Sumpf abfließen; sie enthalten zu viel Körner um weggestürzt werden zu können. Der Ueberschuß an Kieselerde, den sie enthalten, ist sehr nützlich zur Verschlackung des Eisenoxyds, welches bei dem Steinrösten gebildet worden ist.

Der Stein ist sehr flüssig und bei langsamer Abkühlung im Allgemeinen sehr dicht. Er hat eine braune Farbe und auf dem frischen Bruch einen fast metallischen Glanz. Er enthält 24—26 Proc. Kupfer, 26—28 Proc. Schwefel, so wie eine veränderliche Menge von Zink und sehr merkbare Spuren von Arsen. Er enthält weit mehr Eisen als die entsprechenden Steine, welche in den englischen Hütten und zu Boston dargestellt werden.

In der schon weiter oben betrachteten Campagne ist producirt:

94,22 Tonnen Stein, welche nach den Proben 23,50 Tonnen Kupfer, d. h. etwa 25 Proc. enthielten.

Im ganzen Jahr hat man 1132,50 Tonnen Stein mit 283 Tonnen Kupfer gewonnen, welches dem Verhältniß von 0,073 Stein auf 1 zur Zugutemachung gelangtes Erz.

Ueber die chemischen Reactionen des Roheisens auf den Stein, können nur kurze Bemerkungen gemacht werden; sie sind identisch mit denen, welche bereits bei der allgemeinen Beschreibung der Zugutemachung der Erze in Schachtöfen, aus einander gesetzt worden sind. Die sehr bedeutende Höhe des Ofens gestattet die Verpflichtung eines sehr großen Theiles von dem Arsen, welches in dem Cement als Subarseniat enthalten ist, so wie auch zu gleicher Zeit die durch die Sublimation des in den reichen Erzen im Ueberschuß enthaltenen Schwefels, einen bedeutenden Theil des Arsens mit wegführt. Die Brennmaterialersparung ist sehr groß, weil man in 24 Stunden eine sehr bedeutende Menge von Erzen und kupferhaltigen Materialien verschmelzen kann.

Die große Höhe der Oefen hat jedoch auch einen bedeutenden Nach

theil, indem ein Theil des Eisenoxydes in dem Cement reducirt wird, ehe die Schlacken und Flüsse in der Beschickung das Eisenoxydul verschlacken können. Die Erze und die Röstkerne enthalten so viel Schwefel, daß das ganze metallische Eisen in den Stein gelangen kann, allein der Stein wird dadurch ärmer und eisenhaltiger, wodurch die folgenden Prozesse schwieriger werden. Man muß immer fürchten, ein zu eisenhaltiges Schwarzkupfer zu erlangen, dessen Gaarmachen sehr schwierig ist.

Man würde die angegebenen Nachtheile nicht vermindern, wenn man das Verhältniß der zur Beschickung gelangenden Schlacken vermehren wollte, weil die zu vollständige Reduction in den obern Theilen des Ofenschachtes, ehe die aufgegebenen Schlacken noch geschmolzen sind, statt findet. Man kann die Nachtheile nur vermindern, wenn man den Schmelzprozeß rasch führt, und indem man auf diese Weise die Zeit verkürzt, während welcher die Materialien der Schmelzschicht der reducirenden Einwirkung vor der Ausschmelzung der reichen Schlacken ausgesetzt sind. Dieses Mittel hat außerdem den Vortheil, daß die Schmelzung mit weniger Brennmaterial bewirkt werden kann.

Die Schlacken, welche neben den Stein, der einen großen Ueberschuß von Schwefeleisen enthält, fallen, dürfen kein Kupferoxydul enthalten, sondern nur Steinkörner. Die Aufmerksamkeit des Schmelzers muß daher hauptsächlich auf die Flüssigkeit der Schlacken gerichtet sein, so daß sie mit Lebhaftigkeit über das Gestübbe des Vortiegels ablaufen. Gehörig flüssige Schlacken sind zu gleicher Zeit sehr kupferarm, da bei der großen Tiefe des Tiegels die Steinkörner sich abzusetzen.

Die Schlacken können nur in Folge der schlechten Zusammensetzung der Gichten oder in Folge eines gestörten Ofenganges viel Kupfer enthalten. Es ist dieß z. B. gegen das Ende der Campagne der Fall, wenn die Dimensionen des Ofens in der Formgegend zu groß geworden sind, so daß die Materialien nur mit Schwierigkeit schmelzen können.

Die Schmelzer haben eine lange Erfahrung von der Zugutemachung der Erze, deren Zusammensetzung eine sehr constante ist, und im Allgemeinen sind die Betriebsstörungen selten und kurz.

Haushaltsverhältnisse. — Die hier als Beispiel angenommene Campagne gleicht in Beziehung auf die damit erlangten Resultate der Arbeit des ganzen Jahres; sie kann daher der Berechnung der Specialkosten des Steinschmelzens zu Grunde gelegt werden.

Es waren diese Kosten die nachstehenden:

Holzkohlen, 69,10 Tonnen à 57,25 Frcs. . . .	3955,975 Frcs.
Gestübbe	75,000 „
Arbeitslöhne, 252 Schichten à 1,50 Frcs. .	378,000 „
Fluß, 41,80 Tonnen à 5,00 Frcs. . . .	209,000 „
Gezähe, Reparaturen und diverse Kosten . .	200,000 „
Summa	4817,975 Frcs.

Dieß beträgt auf die Tonne reicher Erze Röstkörner und Cement, deren Vermengung den in andern Hütten zum Steinschmelzen benutzten gerösteten Erzen entspricht, wie folgt:



Holzkohlen, 0,313 Tonnen	17,920	Frcs.
Gestübbe	0,341	„
Arbeitslöhne, 1,145 Schichten . . .	1,717	„
Flüsse, 0,190 Tonnen	0,950	„
Gezähe, Reparaturen und diverse Kosten	0,910	„
Summa	21,838	Frcs.

Um die Hüttenkosten auf die Tonne gut zu machendes Erz zurück zu führen, muß man diese Zahlen mit dem Coefficienten $\frac{2661{,}52}{15320} = 0{,}173$, oder auch die sich auf die ganze Campagne beziehenden Zahlen durch den Coefficienten 0,0078 multipliciren.

Kohlen, 0,054 Tonnen	3,091	Frcs.
Gestübbe	0,059	„
Arbeitslöhne, 0,198 Schichten	0,297	„
Fluß, 0,033 Tonnen	0,165	„
Gezähe, Reparaturen und diverse Kosten	0,157	„
Summa	3,769	Frcs.

Die Tonne Erz giebt 0,073 Tonnen Stein, d. h. derselbe hat einen mittlern Kupfergehalt von 25 Proc.

In den vorhergehenden Kostenübersichten umfassen die sich auf den Kohlenverbrauch beziehenden Zahlen: das zum Inbetriebsetzen und zum Schmelzen benutzte Brennmaterial und die pulverisirte und mit rothem Sandstein zum Gestübbe benutzte Kohle.

Das Steinrösten. — Der Stein wird mit Fäusteln in ziemlich kleine Stücke zerschlagen und dann in Stadeln geröstet und zwar in fünf auf einander folgenden Feuern.

Beim ersten Feuer wird die Sohle des Stadels mit einem 0,10 bis 0,12 Meter dicken Schicht schon gerösteten Erzkleins bedeckt. Darüber her wird Brennmaterial ausgebreitet, welches aus einem Gemenge von Torf und kleinen Holzstücken besteht. Darüber her werden 10 Tonnen Stein gestürzt, wobei man dahin sieht, die größten Stücke unten hin zu bringen; der Stadel wird vorn durch Steinplatten geschmolzen, die so gelegt worden sind, daß die äußere Luft leichter in den untern Theil eindringen kann. Man entzündet das Brennmaterial und wenn es in gehörigem Brande ist, so bedeckt man den Stein im Stadel mit einer 0,15 bis 0,18 Met. dicken Schicht kleinen Steins; die Röstung wird langsam bewirkt und ist dieselbe in vier Tagen beendigt.

Man nimmt alsdann den gerösteten Stein weg und richtet ein zweites Feuer mit den Stücken vor und verwendet das Klein zur Sohle und zur Decke.

Im dritten Feuer ist der Schwefelgehalt des Steins sehr gering, und man muß daher eine gewisse Menge Holzkohlen mit dem Torf und dem Holz unter den Stein bringen, um die ganze Charge zu Anfang der Operation mehr zu erhitzen. Dieselbe Vorsichtsmaßregel ist bei den beiden letzten Feuern nothwendig; man muß aber die Höhe der Erze in dem Stadel durch zwei Schichten von kleinem Holz und Kohle theilen, welche durch ihre successive Verbrennung dazu dienen, um den darüber liegenden Stei

in die erforderliche Temperatur zu bringen, damit die Oxydation statt finden könne.

Dieses Rösten in Stadeln gleicht dem für die Hütte zu Boston beschriebenen sehr wesentlich; die chemischen Reactionen sind dieselben, nur mit dem Unterschiede, daß die Luft nicht eben so regelmäßig in alle Theile des Stadels eindringen kann; nach einigen gewissen Puncten gelangt zu viel und nach andern dagegen die hinreichende Menge nicht. Bei den ersten Feuern schmilzt der Stein zuweilen an dem Vordertheil des Haufens, während die in der Nähe der Sohle befindlichen Stücke fast in demselben Zustand herausgenommen werden, als sie eingesetzt worden sind.

Diese Unregelmäßigkeit bei dem Einströmen der Luft ist ein wesentlicher Nachtheil; man muß die Zahl der Feuer vervielfachen, wodurch die Arbeitslöhne und der Brennmaterialverbrauch erhöht werden; das zuletzt erhaltene Product ist nicht regelmäßig oxydirt und das Arsen wird nicht so vollständig vertrieben, als es der Fall sein könnte.

Aus dem Gesichtspuncte des Haushalts und einer regelmäßigen Oxydation, so wie auch in Beziehung auf eine vollständigere Reinigung des Steins ist das zu Boston befolgte Röstverfahren in geschlossenen und mit Rosten versehenen Stadeln dem zu Agordo ausgeführten weit vorzuziehen.

Das Rösthaus umschließt 24 Stadeln, die in zwei parallelen Reihen an die langen Seiten des Gebäudes angelehnt sind. 20 Stadeln dienen zum Rösten des Steins vom ersten Schmelzen und vier zum Rösten des bei dem Schwarzkupferschmelzen erfolgenden Steins.

Zu den 1132,50 Tonnen jährlich erzeugten ersten Stein hat man verbrannt:

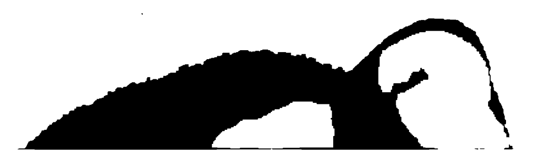
Holzkohlen	96,25	Tonnen.
Torf	21,51	"
Holz	220,74	"
Summa	338,50	Tonnen.

Die Transporte und alle Arbeiten bei den Röstprozessen des Steins, werden durch zwölf Arbeiter ausgeführt, die nach der Anzahl der Feuer gelohnt werden. Sie können im Durchschnitt 1,50 Frcs. in der Schicht verdienen.

Röstkosten. — Es ist nun leicht, nach den obigen Zahlen die Specialkosten für die Röstung einer Tonne Stein, der in fünf Feuern geröstet worden, zu berechnen.

Kohlen, 0,085 Tonnen à 57,25 Frcs. .	4,866	Frcs.
Torf, 0,019 Tonnen à 12,20 Frcs. . .	0,232	"
Holz, 0,195 Tonnen à 10,00 Frcs. . .	1,950	"
Arbeitslöhne, 3,18 Schichten à 1,50 Frcs.	4,770	"
Gezähe und diverse Kosten	0,500	"
Summa	12,318	Frcs.

Um diese Kosten auf 1 Tonne Erz zurückzuführen, muß man die vorhergehenden Zahlen durch 0,073 als Coefficienten, welcher das Verhältniß, in welchem der Stein gewonnen, darstellt, multipliciren.



Kohlen, 0,0062 Tonnen	0,355	Frcs.
Torf, 0,0014 Tonnen	0,017	„
Holz, 0,0142 Tonnen	0,142	„
Arbeitslöhne, 0,232 Schichten . .	0,348	„
Gezähe und diverse Kosten . . .	0,036	„
Summa	0,898	Frcs.

Der geröstete Stein wird nicht gewogen, indem man annimmt, daß er durch die Oxydation sein Gewicht nicht wesentlich verändert; die Beschickung zum Schwarzkupferschmelzen ist daher nach dem Gewicht des Steins vor der Röstung berechnet.

Das Schwarzkupferschmelzen. — Der geröstete Stein enthält eine große Menge Eisenoxyd und nur noch wenig Schwefel in Verbindung mit den Metallen; man schmilzt ihn im Halbhohofen, dessen besondere Construction weiter oben angegeben worden ist, wobei eine gewisse Menge von Schlacken vom ersten Schmelzen und rother Sandstein in kleinen Stücken zugeschlagen wird.

Man bringt in dieselbe Arbeit die reichen Gaarschlacken, die Ofenreste und im Allgemeinen alle kupferhaltigen Rückstände, welche keine wesentliche Menge von Arsen enthalten. Man gewinnt bei dem Schmelzprozeß eine gewisse Menge reichen Stein, der in drei Feuern geröstet und in die Schmelzschicht zurückgebracht wird.

Man hat im Jahre 1853 verschmolzen: 1132,50 Tonnen gerösteten Stein vom ersten Schmelzen und 262 Tonnen gerösteten reichen Stein, welche zusammen 440,50 Tonnen Kupfer enthalten.

Die mittlere Zusammensetzung der Beschickung war die folgende:

Gerösteter Stein vom ersten Schmelzen	1,000	Tonne.
Reicher Stein in drei Feuern geröstet	0,230	„
Rauch, so wie verschiedene kupferhaltige Rückstände	0,045	„
Reiche Schlacken	0,065	„
Schlacken vom ersten Schmelzen	0,225	„
Rother Sandstein, grob zerpulvert	0,220	„
Summa	1,085	Tonne.

Vergleicht man nun diese Zahlen mit den für das erste Schmelzen erlangten, so sieht man, daß man ein bedeutenderes Verhältniß von kieseligen Substanzen einbringen muß, und zwar wegen der großen Menge von Eisenoxyd, welches in dem Stein enthalten ist und wegen ihres schwachen Gehalts an Schwefel nach der Röstung. Man will möglichst wenig eisenhaltiges Schwarzkupfer gewinnen, um es gut gaar machen zu können, und indem man nur eine geringe Menge Stein producirt. Man muß daher das Eisenoxyd so schnell wie möglich zu verschlacken suchen, um es gegen eine zu vollständige Reduction zu sichern.

Die Neigung der Formseite und der Brust über der Form, zu welcher Construction man zu Agordo durch eine lange Erfahrung gelangt ist, ist eine Folge derselben Bedingung, die Reductionskraft in den obern Theilen des Ofens bis zu dem Moment zu schonen, in welchem die aufgegebenen Schlacken in Fluß gerathen und das Eisenoxydul absorbiren können. Die reducirenden Gase folgen größtentheils der Brust, gegen welche d' Kohlen nicht dicht anliegen, während die Beschickung auf der Formse[illegible]

hinabsinkt, auf welcher sie so dicht liegen, daß sie von den im Ofen aufsteigenden Gasen nicht leicht durchströmt werden können.

In Folge dieser für die Halbhohöfen angenommenen Construction erlangt man die zu den hervorzubringenden Reactionen wesentliche Bedingung; die Substanzen der Beschickung werden lange Zeit in einer mäßigen Temperatur, wegen geringer reducirender Wirkung erhalten. Die in den Gichten enthaltene Arseniksäure kann partiell reducirt werden; das Kupferoxyd im Stein und im Rauch wird fast vollständig in den metallischen Zustand zurückgeführt, während das Eisenoxyd nur in Oxydul verwandelt wird.

Diese sehr vollständigen Reactionen erlangt man auf Kosten des Brennmaterials, denn es ist ganz offenbar, daß man durch Benutzung von nur einem Theil der Reductionskraft zu gleicher Zeit einen großen Theil der producirten Wärme verliert.

. Schon wiederholt hat man durch eine Veränderung der Form und der Höhe des Ofens Kohlenersparung zu erlangen gesucht, allein stets ist man zu den Hohöfen mit geneigten Schachtwänden zurückgeführt, da das in den verschiedenen Apparaten erlangte Schwarzkupfer zu unrein war. In der neuen Hütte war der dritte Hohofen zum Schwarzkupferschmelzen bestimmt, allein er gab ein so eisenhaltiges Schwarzkupfer, daß sein Gaarmachen unmöglich war; man hat daher auf die alten Oefen zurückkommen müssen.

Mit einer so eisenoxydhaltigen Beschickung, unter der Bedingung Schlacken, die Eisenoxydul als einzige Base enthalten sollen, zu produciren und bei der nothwendigen Bedingung ein reines Schwarzkupfer zu erzeugen, ist es unmöglich, eine zweckmäßigere Ofenform als die der Halbhohöfen zu finden. In dieser Beziehung sind die theoretischen Folgerungen aus dem ernstlichen Studium des während des Schmelzens statt findenden Reactionen in vollkommener Uebereinstimmung mit den praktischen Resultaten. Die Reinheit des erhaltenen Schwarzkupfers muß der Hauptzweck des Prozesses sein, da der Ueberschuß des Kohlenverbrauchs mit 0,073 multiplicirt worden, d. h. da er sehr gering ist, sobald man die Zugutemachungskosten auf die Tonne Erz zurückführt. Endlich, und es würde dieß das Wesentlichste sein, müßten die Schwierigkeiten des Gaarmachens eines zu unreinen und zu eisenhaltigen Schwarzkupfers weit mehr Kosten veranlassen, als der größere Brennmaterialverbrauch.

Es ist nicht erforderlich auf die chemischen Reactionen bei dem Schwarzkupferschmelzen zurückzukommen, da sie schon bei der allgemeinen Beschreibung der deutschen Kupferhüttenprozesse näher entwickelt worden sind. Die Erläuterungen, welche wir hier aus einander gesetzt haben, scheinen hinreichend, um die Vortheile des Ofens mit geneigten Schachtwänden zu begreifen; so viel der Verfasser weiß, kennt man sie nur zu Agordo. Sicher ist diese Construction für alle Erze zweckmäßig, allein sie scheint vollkommen für die Beschaffenheit des Steins geeignet, welche in der vorliegenden zu beschreibenden Hütte verschmolzen werden soll.

Arbeiterpersonal. — Der Betrieb eines Halbhohofens erfordert sechs Arbeiter, die sich in sechs zwölfstündigen Schichten ablösen. Ein Meister leitet die Arbeit bei beiden Oefen der Hütte.

Beschreibung einer Campagne. — Nach der Reparatur des Ofens wird er mit den nothwendigen Vorsichtsmaßregeln von Neuem in Betrieb gesetzt; man läßt die Gestüb[illegible] Futter mehre Tage lang langsam an der Luft trocknen; [illegible] Holzkohlenfeuer in den

Tiegel und erhöht das Niveau des Brennmaterials, welches 1 Meter über der Form stehen muß, etwa zwölf Stunden nach dem Anfeuern. Man setzt darauf einige Centner Schlacken auf der Formseite auf und giebt Wind. Sobald die Schlacken vor der Form in Fluß gerathen, sucht man eine Nase zu bilden und erst dann, wenn dieselbe die erforderliche Festigkeit und die nöthigen Dimensionen erlangt hat, giebt man abwechselnd Beschickungs- und Kohlengichten auf und füllt den Ofen bis zur Gicht. Zum Abwärmen und in Betrieb setzen ist ein Tag erforderlich und es werden dabei 2,25 Holzkohlen verbrannt.

Von dem Augenblick, in welchem sich die Nase gehörig gebildet hat vermindert man das Verhältniß der an der Brustseite aufgesetzten Kohlen-, gichten nach und nach, bis daß der Ofen seine normale Temperatur erreicht hat, welches gegen Schluß des zweiten Tags der Fall ist. Man setzt alsdann in 24 Stunden 9—10 Tonnen Beschickung durch und verbrennt dabei 3,8—4 Tonnen Holzkohlen.

Das Ofenfutter wird in der Formebene sehr schnell durch die eisenhaltigen Substanzen angegriffen; der innere Raum wird bald zu groß, so daß die Producte, das Schwarzkupfer, der Stein und die Schlacken in dem sehr tiefen Tiegel ihre Flüssigkeit behalten können. Der Kohlenverbrauch nimmt vom achten Betriebstage wesentlich zu und gegen den zehnten oder höchstens gegen den zwölften wird es unmöglich, den erforderlichen Flüssigkeitsgrad zu erhalten und es muß alsdann der Ofen außer Betrieb gesetzt werden.

Zuweilen wird der Ofenbetrieb durch Eisenklumpen oder andere Versetzungen gestört und dadurch die Dauer der Campagne verkürzt.

Im Jahre 1853 betrug die mittlere Dauer der Campagnen 10 Tage und die während derselben Zeit verschmolzene Gewichtsmenge belief sich auf 92 Tonnen.

Während des Betriebes fließen die Schlacken über das Gestübe des Vortiegels in die äußeren Sümpfe ab, trocknen dieselben aus und erwärmen sie; zweimal in der Schicht, nach regelmäßigen Zwischenräumen, läßt man die geschmolzenen Substanzen aus dem Tiegel in die beiden Vortiegel ablaufen. Nach dem Abstich reinigt man so gut als möglich den Boden des Tiegels, läßt die Kohlengichten unter der Brust niedergehen, verschließt den Vortiegel und fährt mit dem Betriebe fort.

Das Aufgeben in die Gicht erfolgt fast regelmäßig, nach Zwischenräumen von 20—25 Minuten; die Kohle wird auf der Brustseite und die Beschickung auf der Formseite aufgesetzt. Das Verhältniß der Kohle und das der Schlacke in der Beschickung wird von dem Meister nach dem Aussehen der Schlacken, so wie nach der Beschaffenheit der Nase und der Flüssigkeit der aus dem Tiegel bei dem letzten Abstich geflossenen Substanzen bestimmt.

In dem Sumpf befinden sich: Schwarzkupfer, Stein und eine gewisse Quantität Schlacken; diese Substanzen müssen hinlänglich flüssig sein, um sich scharf von einander zu trennen, und um diese Trennung schärfer zu bewirken, erwärmt man jeden Sumpf, indem man 3—4 Stunden lang vor dem Abstich die aus dem Vortiegel abfließenden Schlacken darin aufnimmt.

Die Schlacke wird in einer einzigen Masse herausgenommen, sobald sie gänzlich erstarrt ist; der Stein wird in 0,1—0,2 Meter dicken Schei-

abgehoben. Das Schwarzkupfer wird mit Kellen ausgeschöpft und in gußeiserne Formen ausgegossen.

Die Schlacke ist ein Eisenoxydulsilicat, welches 38—40 Proc. Kieselerde aufnimmt; sie enthält auch etwas Zinkoxyd und eine sehr veränderliche Menge von Kupferoxydul. Die aus dem Vortiegel abfließende Schlacke enthält nur wenige sehr feine Kupferkörner, und der Kupfergehalt übersteigt gewöhnlich 2 Proc. nicht; sie gelangt gänzlich in das Steinschmelzen. Die Schlacke dagegen, welche zu gleicher Zeit mit dem Stein und dem Schwarzkupfer durch die Spur abgeflossen ist, enthält mehr Körner von allen Dimensionen; ihr Kupfergehalt ist sehr verschieden und läßt sich nicht mit Genauigkeit bestimmen. Es wird diese Schlacke mit Fäusteln vor dem Ofen zerschlagen und in die Beschickung zurückgebracht.

Der Stein hat eine graue, wenig gleichartige Farbe und zeigt an gewissen Puncten Kupferkörner; er ist sehr blasig und weniger flüssig, als der erste Stein. Sein Kupfergehalt beträgt 60—65 Procent; er enthält 8—12 Proc. Eisen und keine durch eine Analyse zu bestimmende Arsenmenge. Man darf sich nicht über seine Reinheit wundern, indem dasselbe Schmelzen Schwarzkupfer in größerer Menge als Stein giebt. Das in der Beschickung erhaltene Arsen verflüchtigt sich zuweilen in den obern Räumen des Ofens, während der übrige Theil fast gänzlich in das Schwarzkupfer übergeht.

Der Stein wird in Stadeln in 3 Feuern geröstet und gelangt darauf zum Schwarzkupferschmelzen. Sein Verhältniß beträgt etwa 20—25 Proc. von der Menge des ersten Steins, oder in dem Verhältniß von 0,0168 reichen Stein auf 1 zur Zugutemachung gekommenes Erz.

Das Schwarzkupfer ist ziemlich rein und enthält 92—94 Proc. Kupfer; es enthält außerdem Schwefel und Eisen zu fast gleichen Theilen und noch wesentliche Spuren von Arsen. Die Kupferblöcke zeigen auf dem Bruch eine etwas gelblichere Farbe, als das reine Kupfer; ihre Textur ist körnig und etwas blasig. Es wird in den fast constanten Verhältnissen von 0,26 von dem ersten Stein, oder in dem Verhältniß von 0,0191 Schwarzkupfer auf 1 Theil Erz dargestellt.

Als Beispiel sollen die Resultate, die bei einer 10tägigen Campagne erlangt sind, dargestellt werden, indem damit recht gut die Arbeit des ganzen Jahres bezeichnet werden kann.

Man hat 90 Tonnen Beschickung verschmolzen, die in runden Summen 50 Tonnen Stein vom Rohschmelzen, der geröstet wurde, enthielten, so wie auch 11,50 Tonnen reichen Stein.

Man hat producirt: 11,60 Tonnen reichen Stein und 13,10 Tonnen Schwarzkupfer, wobei man verbrauchte:

Holzkohlen zum Inbetriebsetzen .	4,00	Tonnen
„ zu dem Schmelzen . .	25,56	„
„ zu dem Gestübbe . .	5,20	„
Summa	34,76	Tonnen

In dem ganzen Jahr hat man producirt 292,150 T. Schwarzkupfer und 261 T. reichen Stein, und es waren dazu 22 Campagnen erforderlich.

Die Röstung in Stade[illegible] Feuern beschäftigt 2 Arbeiter; man hat das ganze Jahr verb[illegible]

23,50 Tonnen Kohlen
32,20 „ Holz

Haushaltsverhältnisse. Es sollen hier die Specialkosten des Schwarzkupferschmelzens von einer Tonne ersten Stein, und alsdann die Kosten für eine Tonne Erz berechnet werden, wobei die schon oben erwähnte 10tägige Campagne, deren Resultate wir mittheilen, als Beispiel angeführt wird. Für die Campagne waren die Specialkosten:

Holzkohlen 34,76 Tonnen à 57,25 Frcs.	1990,10 Frcs.
Rother Sandstein als Fluß, 11,00 Tonnen à 5,00 Frcs.	55,00 „
Die Bereitung des Gestübbes	75,00 „
Arbeitslöhne und Löhnung für den Meister, 70 Schichten à 1,50 Frcs. und 2,50 Frcs.	115,00 „
Gezähe, Reparaturen und diverse Kosten	150,00 „
Summa	2385,10 Frcs.

Man hat in 24 Stunden im Durchschnitt 9 Tonnen Beschickung verschmolzen, wobei als Brennmaterial und zum Gestübbe 3,476 Tonnen Holzkohlen verwendet wurden, d. h. 0,386 Kohle auf 1 der verschmolzenen Substanzen.

Specialkosten, auf 1 T. des ersten gerösteten Steins, der zum Schwarzkupferschmelzen gelangt, berechnet:

Holzkohle, 0,695 Tonnen . . .	39,80 Frcs.
Fluß, 0,220 Tonnen	1,10 „
Gestübbe	1,50 „
Arbeitslöhne, 1,40 Schichten . .	2,30 „
Gezähe, Reparaturen, diverse Kosten	3,00 „
Summa	47,70 Frcs.

Der sehr bedeutende Kohlenverbrauch hat 2 Ursachen: zuvörderst die Kürze der Campagne, das zur Inbetriebsetzung verbrauchte Brennmaterial und die Kohlen, welche zur Anfertigung des Gestübbes verwendet werden; alle diese Puncte bilden einen sehr wesentlichen Theil von der gesammten Ausgabe. Da ferner die vor der Form erzeugte Wärme nur zum Theil in dem Ofen benutzt wird, so ist der Brennmaterialverbrauch wirklich sehr hoch; er beläuft sich auf 0,51 Kohle für 1 Stein, oder 0,284 Kohle auf 1 der geschmolzenen Materialien.

Zu diesen Zahlen kommen nun noch die Röstkosten in Stadeln und in den 3 Feuern. Von 0,320 Tonnen reichen Stein, der in die Beschickung der Schwarzkupfer-Arbeit kommt. Diese Kosten sind die folgenden:

Holz, 0,046 Tonnen à 10,00 Frcs. . . .	0,460 Frcs.
Holzkohle, 0,0207 Tonnen à 57,25 Frcs.	0,185 „
Arbeitslöhne, 0,529 Schichten à 1,50 Frcs.	0,793 „
Summa	2,438 Frcs.

Um die Kosten auf 1 Tonne Erz zurückzuführen, muß man die obigen Zahlen mit dem Coefficienten 0,073 multipliciren.

Special-Kosten des Schwarzkupferschmelzens, auf 1 Tonne Erz zurückgeführt:

Holzkohlen, 0,0507 Tonnen	2,905 Frcs.
Fluß, 0,016 Tonnen	0,080 „
Gestübbe	0,109 „
Arbeitslöhne, 0,102 Schichten, ...	0,168 „
Gezähe, Reparaturen und diverse Kosten .	0,219 „
Summa	3,481 Frcs.

Röstkosten auf 0,0168 reichen Stein:

Holz, 0,0034 Tonnen . . .	0,034 Frcs.
Kohlen, 0,0015 Tonnen, . .	0,086 „
Arbeitslöhne, 0390 Schichten .	0,059 „
Summa	0,179 Frcs.

Producirtes Schwarzkupfer 0,0191 Tonnen.

Das Gaarmachen und Raffiniren des Schwarzkupfers. — Das Schwarzkupfer wird im kleinen Herde gaar gemacht, und zwar nach dem allgemein bekannten und in diesem Werke schon wiederholt beschriebenen Verfahren. Man gewinnt dabei ziemlich reines Rosettenkupfer, auch hinreichend frei von Arsen, so daß man es größtentheils in den Handel bringen kann.

Zum Raffiniren, ebenfalls im kleinen Herd, gelangt nur eine geringe Menge von Gaarkupfer. Wir halten es für zweckmäßig, die Kosten für beide Prozesse zu berechnen und anzunehmen, daß alles Schwarzkupfer zum Gaarmachen und alsdann zum Raffiniren kommt. Ohnedem würde es schwierig sein, die Summe der Kosten zu bestimmen, welche das ganze Verfahren veranlaßt, und sie mit denen anderer Hütten, welche raffinirtes Kupfer liefern, zu vergleichen.

Das Gaarmachen. — Es werden zu diesem Prozeß zwei nebeneinander stehende Herde benutzt; da der Prozeß in den beiden Herden nicht zu gleicher Zeit begonnen wird, so bedarf man keines sehr starken Gebläses, da der Wind nur den größten Theil des Tages und durch eine Düse eingeführt wird.

Das Arbeiterpersonal besteht aus zwei Gaarmachern, zwei Gehülfen und einem Tagelöhner, welcher nur am Tage arbeitet, weil, wie wir schon bemerkten, zu den genauen Beobachtungen, welche die Gaarmacher anstellen müssen, das Tageslicht erforderlich ist. Diese Arbeiter werden im Gedinge gelohnt und verdienen täglich 1,50 bis 2 Frcs.

Der Betrieb. — Der Herd muß sehr häufig, fast täglich neu gemacht werden; er besteht aus Gestübbe und diese aus 3 Theilen rothem Sandstein und aus 1 Theil Holzkohlen in zerpulvertem Zustande. Auf den Boden des Herdes legt man glühende Kohlen, darauf die Hälfte der Kupfercharge, d. h. 210 Kilogrm.; das Ganze bedeckt man 0,25 bis 0,30 Meter dick mit Kohlen, die auf den Seiten mit 2 Blechplatten zusammengehalten werden, und giebt alsdann Wind. Die Düse ist 12 bis höchstens 15 Grad in den Herd geneigt und muß den Wind direct auf die Kupferblöcke richten, deren Ende höchstens 0,15 Meter von der Düsenöffnung entfernt sein muß. Das Kupf[illegible] [illegible]hr bald in Fluß und die Tropfen fallen auf den Boden d[illegible] eine oxydirende Atmosphäre; in dem Maaße, als die K[illegible]n, muß der Gaarmacher neue nachgeben und die Blö[illegible]vorschieben, so daß deren Ende

immer gleichweit von derselben entfernt bleibt; auch muß nach und nach die Charge auf 416 Kilogrmm. Schwarzkupfer gebracht werden, indem dieß das gaar zu machende Quantum ist.

Das Einbringen des Schwarzkupfers in den Herd, das Anblasen und das Schmelzen dauern etwa 1½ Stunden. Wenn die ganze Charge eingeschmolzen ist, so giebt man der Düse ein solches Stechen in den Herd, daß der Wind auf die Mitte des flüssigen Metalles trifft; man nimmt die Kohlen etwas auseinander, um die Verbrennung so zu steigern, daß das Kupfer in einer hinreichend hohen Temperatur erhalten wird, indem man auch die starke reducirende Wirkung vermeidet, welche die zu genaue Berührung mit dem Brennmaterial veranlassen wird. Indem sich das Kupferoxydul in dem Metall auflöst, bewirkt es die Oxydation des Eisens; es entstehen Krätz oder Schlacken, die man von der Oberfläche des Metalles wegnimmt, sobald sie sich auf derselben zeigen. Das Ende des Gaarmachens wird durch ein ziemlich starkes Aufkochen angedeutet, und es rührt dies von der Entwickelung der schweflichten Säure her. Diese Oxydationsperiode, die zweite des Gaarmachens, dauert etwa eine Stunde.

Nach dem Aufkochen nimmt der Gaarmacher Proben und sucht das Vorhandensein des Oxyduls in dem geschmolzenen Kupfer nachzuweisen. Er hebt alsdann, nachdem dieser Punct erreicht ist, das Kupfer in Scheiben ab. Es muß dabei bemerkt werden, daß der Moment, in welchem das Abheben der Rosetten beginnt, nicht derselbe ist, wenn man das Kupfer verkaufen und wenn man es raffiniren will. Im ersten Falle sucht man das Kupfer möglichst rein von Kupfer darzustellen, es muß nur die rothe Farbe der Rosetten auf der Oberfläche und auf dem Bruch für den Käufer ein hinlänglicher Beweis von der Reinheit des Metalles sein. Im zweiten Falle hat ein geringer Ueberschuß von Oxydul keinen wesentlichen Nachtheil und sein Vorhandensein ist für den Gaarmacher nur ein um so sicherer Beweis, daß Eisen und Schwefel vollständig oxydirt sind.

Um die Rosetten oder Scheiben abzuheben, macht man die Oberfläche des flüssigen Metalles frei, läßt sie 8—10 Minuten erkalten und gießt etwas Wasser auf die Oberfläche. Sobald das Aufkochen des Wassers aufgehört hat, nimmt man die festgewordene Scheibe mit einer Brechstange weg und wirft sie in ein großes, mit Wasser angefülltes und vor dem Ofen angebrachtes Gefäß. Darauf gießt man eine frische Wassermenge auf und setzt dies so lange fort, bis alles Kupfer abgehoben ist.

Man schreitet nun unmittelbar zu der Reparatur des Gestübbe=Herdes und setzt eine neue Charge auf denselben.

Die Rosetten werden von dem Tagelöhner aus dem Wassergefäß genommen und entweder zu dem Magazin, wenn sie zu Markte gebracht werden sollen, oder zu dem Raffinirofen gebracht.

Auf das Probenehmen und das Abheben der Scheiben kann man eine Stunde und auf die Reparatur des Herdes eine halbe Stunde rechnen. Sobald die Reinigung des Kupfers vollendet ist, d. h. nach dem Probenehmen, wird der Wind abgestellt. In diesem Augenblick muß das Einschmelzen der Charge auf dem zweiten Herde beginnen. Der ganze Prozeß beansprucht etwa vier Stunden, so daß man in jedem Herde in der Schicht drei Gaarmachprozesse wahrnehmen kann.

Man kann daher täglich 2496 Kilogrmm. Schwarzkupfer gaarmach und stellt daraus durchschnittlich 1500 Kilogrmm. Rosetten dar, d. h. 9

auf 1 Schwarzkupfer. Man erhält außerdem 0,50 bis 0,55 Krätz und reiche Schlacken, welche zum Steinschmelzen gelangen.

Haushaltsverhältnisse. — Man verbrennt in den beiden Gaarherden täglich 1,56 Tonnen Holzkohlen. Das Gaarmachen von 292,50 Tonnen Schwarzkupfer erfordert 118 Arbeitstage und:

Kohlen, 185 Tonnen à 57,25 Frcs.	10591,25 Frcs.
Gestübbe	750,00 „
Arbeitslöhne, 590 Schichten à 2,30 Fr. . . .	1300,00 „
Gezähe, Reparaturen und diverse Kosten . . .	250,00 „
Summa	12891,25 Frcs.

Man hat in dem Jahre 228,55 Tonnen Rosetten= oder Gaarkupfer, d. h. 0,0149 Kupfer auf 1 Erz producirt.

Die Special=Kosten des Gaarmachens, auf die Tonne Schwarzkupfer zurückgeführt, sind die folgenden:

Kohlen, 0,632 Tonnen	36,182 Frcs.
Gestübbe	2,564 „
Arbeitslöhne, 2,018 Schichten	4,444 „
Gezähe, Reparaturen und diverse Kosten	0,854 „
Summa	44,044 Frcs.

Ausbringen an Gaarkupfer 0,780 Tonnen.

Um die Gaarmachkosten auf die Tonne Erz zurückzuführen, muß man diese Zahlen mit dem Coefficienten 0,0191 multipliciren, indem derselbe das Verhältniß darstellt, in welcher das Schwarzkupfer gewonnen worden ist.

Kohlen, 0,012 Tonnen	0,687 Frcs.
Gestübbe	0,049 „
Arbeitslöhne, 0,0385 Schichten . . .	0,085 „
Gezähe, Reparaturen und diverse Kosten	0,016 „
Summa	0,837 Frcs.

Ausbringen an Gaarkupfer 0,0149 Tonnen.

Das Raffiniren. — Der Prozeß wird auf dieselbe Weise ausgeführt, wie er weiter oben, S. 66, bei der Hütte zu Perm beschrieben worden ist, und es würde daher unnöthig sein, alle Details zu wiederholen. Die Charge besteht aus 420 Kilogrmm. Gaarkupfer, die man langsam und ohne oxydirende Einwirkung des Windes einschmelzen läßt. Sobald das Metall geschmolzen ist, nimmt man Proben, um seine chemische Beschaffenheit zu erkennen. Darauf läßt man entweder den Wind oder die Kohle einwirken, bis daß im Metall nur eine sehr geringe und sehr unmerkliche Oxydulmenge zu finden ist. Man schreitet alsdann sehr rasch zum Ausschöpfen und Eingießen des raffinirten Kupfers in gußeisernen Formen.

Man wird einsehen, daß das Raffiniren in einem besondern Herd nicht ausgeführt zu werden braucht, wenn man das Rosettenkupfer leicht verkaufen kann. Der Zweck des Raffinirens oder des sogenannten Hammergaarmachens ist der, dem Kupfer [illegible] solchen Grad der Geschmeidigkeit zu geben, daß man von dem [illegible] dul nimmt, welches in einem größern oder geringern [illegible] des Gaarmachens entstanden ist, und daß man [illegible] sich Carburit bilden kann. Es wird da[illegible] Schmelz[illegible] aarmachen

vermieden, welchem das Rosetten=Kupfer stets unterworfen werden muß. Wenn man daher die Rosetten zu Markte bringen kann, so ist nur das Gaarmachen erforderlich; man muß nur dahin sehen, das Oxydul partiell zu reduciren, wenn die Reinigung vollendet ist, und die Rosetten, deren Oberfläche nicht gehörig rein ist oder gelbliche Flecken darbietet, welche für das Arsen charakteristisch sind, wiederum bei einem folgenden Gaarmachen mit einschmelzen.

Das Gaarmachen giebt zwei Producte: kupferreichen Krätz, der beim Schwarzkupferschmelzen zugeschlagen wird, und Kupfer in Blöcken. Man gewinnt aus 1 Gewichtstheil Gaarkupfer 0,947 Gewichtstheile raffinirtes Kupfer, d. h. 0,041 von dem letztern auf 1 Erz.

Haushaltsverhältnisse. — In den beiden kleinen Herden, in denen der Raffinir=Prozeß ausgeführt wird, macht man täglich sechs Prozesse; aus 2,520 Tonnen Rosetten gewinnt man 2,386 Tonnen Blöcke und verbraucht dabei 1,50 Tonnen Kohlen. Die Arbeiten erfordern 5 Arbeiter, d. h. 2 Gaarmacher, 2 Gehülfen und 1 Tagelöhner; sie können in der Schicht 1,50 bis 2,50 Frcs. gewinnen.

Die Special=Kosten des Raffinirens, auf 1 Tonne Gaarkupfer zurückgeführt, sind die folgenden:

Kohlen, 0,516 Tonnen à 57,25 Frcs. .	29,541	Frcs.
Gestübbe	2,00	„
Arbeitslöhne, 2 Schichten à 2,20 Frcs.	4,400	„
Gezähe, Reparaturen und diverse Kosten	0,750	„
Summa	36,691	Frcs.

Ausbringen in Blöcken 0,947 Tonnen.

Wenn das gesammte Gaarkupfer raffinirt würde, so müßte man 216,45 Tonnen Kupfer in Blöcken und von vollständiger Geschmeidigkeit produciren.

Um die Kosten auf 1 Tonne Erz zurückzuführen, muß man die obigen Zahlen mit dem Coefficienten 0,0149 multipliziren.

Kohlen, 0,0077 Tonnen	440	Frcs.
Gestübbe	0,030	„
Arbeitslöhne, 0,030 Schichten . . .	0,066	„
Gezähe, Reparaturen und diverse Kosten	0,011	„
Summa	0,547	Frcs.

Es soll jetzt eine Uebersicht von den Specialkosten der verschiedenen Prozesse, auf die Tonne der zu Gute gemachten Erze zurückgeführt, mitgetheilt werden, wobei jedoch die Kosten für die Reinigung des Schwefels, für die Krystallisation und die Verpackung des Eisenvitriols unberücksichtigt bleiben. Diese beiden Producte erhöhen den Gewinn der Hütte. Man muß sie in Rechnung bringen, sobald es sich darum handelt, die mehr oder weniger vortheilhafte Lage des Agordoer Werkes kennen zu lernen. Hier beschäftigen wir uns aber nur mit der Zugutemachungsmethode der Kupfererze, und es dürfen daher die Ausgaben, welche sich ausschließlich auf die Bereitung der Nebenproducte beziehen, nicht mit den Special= oder Hüttenkosten für das Metall zusammengestellt werden.

Arbeitslöhne,	4,3665 Schichten	. . . . .	4,735 Frcs.
Kohlen . .	0,1621 „	. . . . . .	9,281 „
Holz, . .	0,0416 „	. . . . . .	0,428 „
Torf . . .	0,0284 „	. . . . . .	0,346 „
Fluß . . .	0,049 „	. . . . . .	0,245 „
Roheisen .	0,027 „	. . . . . .	6,048 „
Diverse Kosten, Gestübbe, Gezähe, Reparaturen			1,081 „
		Summa	22,164 Frcs.

Ausbringen an raffinirtem Kupfer 0,0141 Tonnen.

Zieht man von diesen Kosten diejenige des Raffinirens mit 0,547 Frcs. ab, so bleiben 21,617 Frcs. für die Zugutemachungskosten der Tonne Erz, unter der Annahme, daß die Hütte nur Gaarkupfer producirt.

Einer besondern Bemerkung verdient der geringe Brennmaterialverbrauch von 0,2321 Kohle, Holz und Torf; sie ist eine Folge von der Anwendung des nassen Weges, wodurch der größte Theil des Kupfergehalts der Erze in dem Cementkupfer concentrirt wird.

Die Brennmaterialersparung wird übrigens durch den Verbrauch von Roheisen und Arbeitslöhnen ausgeglichen; das Zerschlagen und das Scheiden der gerösteten Erze erfordert allein die Arbeitslöhne für 2,40 Schichten.

Generalkosten. — Productionskosten. — Die Generalkosten bei dem Berg- und Hüttenwerk zu Agordo sind im Allgemeinen niedrig, weit geringer als die auf irgend einer Bergwerks- oder Hüttengesellschaft lastenden. Der Bergbau ist seit so langer Zeit im Betriebe, so daß das darauf verwendete Anlagecapital als gänzlich getilgt angesehen werden kann. Die Direction durch Regierungsbehörden vermindert die Generalkosten ebenfalls sehr wesentlich.

Man darf daher keine Vergleichung zwischen den Generalkosten der Werke zu Agordo und denen der bis jetzt beschriebenen Hütten anstellen wollen. Man darf noch weniger diese Kosten als Basis zur Berechnung der Productionspreise des Kupfers bei einem unter andern Verhältniß stehenden Werke annehmen. Es sollen nur die auf die General- und auf die Bergbaukosten sich beziehenden Zahlen hier angegeben werden.

Die Bergbau- und die Förderungskosten bis zur Hütte sind zu 9,50 Frcs. auf die Tonne angenommen worden; die Administrations-, die Reparatur-, die Bureau- u. s. w. Kosten, die als Generalkosten angenommen werden dürfen, betragen etwa 6 Frcs. auf die Tonne Erz.

Die Summe aller Kosten auf eine Tonne Erz ist daher die nachstehende:

Bergbaukosten	. . .	9,500 Frcs.
Hüttenkosten	. . . .	1,617 „
Generalkosten	. . .	6,000 „
	Summa	37,117 Frcs.

Man producirt 0,0149 Tonnen Gaarkupfer, dessen Verkaufspreis sehr verschieden ist, 40 Frcs. aber nicht übersteigt. Der Gewinn an dem aus 1 Tonne Erz dargestellten Kupfer beträgt daher 2,883 Frcs.

Die Productionskosten für die Tonne Rosettenkupfer sind die folgenden:

Bergbaukosten	. . .	637,50	Frcs.
Hüttenkosten	. . .	1444,00	„
Generalkosten	. . .	408,50	„
	Summa	2490,00	Frcs.

Außer dem Gewinn, der durch den Verkauf des Kupfers erlangt wird, muß auch noch der gerechnet werden, der von dem Verkauf des Schwefels und des Eisenvitriols herrührt.

Es muß also als eine durch lange Erfahrung bewiesene Thatsache angesehen werden, daß Erze mit 1¼ Proc. Kupfergehalt unter den besonderen Verhältnissen der Agordoer Werke mit Vortheil zu Gute gemacht werden können.

Unter anderen Verhältnissen würde dies nicht unbedingt der Fall sein. Die angeführten Zahlen gestatten aber eine Berechnung der Zugutemachungskosten ähnlicher Erze in anderen Ländern und folglich die Bestimmung des geringsten Gehaltes, bei welchem die Gewinnung und Zugutemachung der Kupfererze nach dem zu Agordo eingeführten Verfahren noch möglich ist.

§. 8.

Fünftes Beispiel. — Zugutemachung kiesiger, oxydirter und kohlensaurer Erze zu Sterne und St. Josephsberg bei Linz am Rhein.

Bei dem jetzigen großen Bedarf an Kupfer und den hohen Preisen dieses wichtigen Metalles ist die Zugutemachung der in so großer Menge vorkommenden armen Erze ein sehr wesentlicher und wichtiger Punct, weshalb der Bearbeiter noch einige, sich besonders darauf beziehende Prozesse beschreiben wird. — Das Nachstehende ist einer Arbeit des Herrn Fétis, nach Angaben des Ingenieurs Hauchecorne, Directors der Sterner Hütte, in der Revue universelle, Bd. IV. S. 158 und 433, von dem Bearbeiter dieses Werks für den Berggeist 1858, Nr. 45 ff., so wie auch für seine Allgemeine berg- und hüttenmännische Zeitung, 1859, Nr. 8 2c., entnommen und ins Deutsche übersetzt.

I. Allgemeine Betrachtungen.

Die Werke, in denen hauptsächlich Kupfererze aus dem preuß. Bergamtsbezirk Siegen zu Gute gemacht werden, bestehen außer der Haupthütte zu Sterne aus den Röſthütten im Rheinbreitenbacher Thal und aus der Hütte auf den Halden der St. Josephs- und Virneberger Grube, in welchen die Erze mit Salzsäure behandelt werden.

Nachdem die Virneberger und Marienberger Gruben und mit ihnen die Sterner Hütte lange Zeit auflässig gewesen waren, wurden sie von den Gebr. Rhodius wieder aufgenommen und gingen endlich im Jahre 1853 in den Besitz der „anonymen Gesellschaft für rheinischen Bergwerks- und Kupferbetrieb" über.

Lage der Hütten. — Die Sterner Hütte liegt 25 Minuten von dem linken Rheinufer entfernt, nordöstlich von dem Städtchen Linz, an dem Zusammenfluß des Renneberger und des Heidscheiderbaches, deren Triebkraft

sie benutzt. Mit Linz und dem Rhein ist sie durch eine gute Chaussee verbunden.

Die Grube St. Josephsberg, von welcher die Sterner Hütte ihre meisten Erze bezieht, und bei welcher die Hütte zu derer Zugutemachung auf nassen Wege sich befindet, liegt nordöstlich von Rheinbreitenbach, am Abhange des Westerwaldes und etwa ¼ Meile von der Sterner Hütte entfernt. Die Röstöfen liegen im Rheinbreitenbacher Thale und sind fast eben so weit von der Sterner Hütte entfernt.

Gewöhnliche Transportpreise. — Diese sehr wesentlichen Elemente des Betriebes sind gewöhnlich nachstehende für den ältern preußischen Centner:

Von Virneberg zum Rhein . . .	—	Sgr.	10	Pf.
Umladen und Transport nach Linz .	—	„	8	„
desgl. nach der Sterner Hütte . .	—	„	8	„
Summa bis zur Hütte	2	Sgr.	2	Pf.
Im Winter steigen diese Kosten auf	3	Sgr.	6	Pf.
Von Köln nach Linz	2	„	6	„
Von Linz nach Köln	1	„	6	„
Von Bonn nach Linz	2	„	—	„
Von Linz nach Bonn	1	„	—	„

Der Wassertransport hat bestimmte Preise. — Die Fuhren vom Rhein oder von Linz zur Hütte werden von den eigenen Geschirren der Gesellschaft ausgeführt.

Brennmaterialien. — Die auf der Hütte zur Verwendung kommenden Brennmaterialien sind Steinkohle, Kokes, Holz und Holzkohlen; Braunkohlen werden jetzt nicht mehr benutzt. — Die fast allein angewendeten mineralischen Brennmaterialien kommen aus dem Ruhrbecken, und der Transport von etwa 15 Meilen, den sie den Rhein aufwärts zu machen haben, erhöhet ihren Preis wesentlich. — Das wenige Holz und die wenigen Holzkohlen, welche gebraucht werden, kommen aus den benachbarten Forsten und von den Ufern der Ahr.

Der Preis dieser Brennmaterialien ist auf der Hütte folgender:

Kokes für 100 Pfd. = 1 Zollcentner .	10—12	Sgr.
Fette Steinkohlen, der berliner Scheffel	6½—8	„
Magere Steinkohlen, der berliner Scheffel	5 —6	„
Holzkohlen, der berliner Scheffel . .	5¾	„

Erze. — Die Sterner Hütte macht die Erze von der St. Josephsgrube und die von den zahlreichen Gruben an den Ufern des Rheines und im Siegenschen zu Gute. Außer diesen eigenen Erzen der Gesellschaft werden auch die Erze anderer Gruben im Siegenschen, an den Rheinufern und in der Eifel, die oft nur zufällig Kupfererze gewinnen, angekauft. — Eben so auch Kupferstein von einigen Bleihütten in der Rheinprovinz, welche Bleiglanz verschmelzen, denen Kupferkies beigemengt ist.

Der Ankaufspreis der Erze wird nach dem Kupfergehalte regulirt. — Zu dem Ende nimmt man eine Probe, durchschnittlich von einigen Centnern; m[illegible] iese Erzproben recht fein, um sie recht gleichartig zu macher [illegible] ı drei Theile, von denen einer

dem Ankäufer, ein zweiter dem Verkäufer zugesendet und ein dritter durch Repräsentanten Beider versiegelt und zu einer Schiedsprobe aufbewahrt wird, sobald die beiden ersten Proben wesentliche Verschiedenheit zeigen.

Das Probiren der Erze. — Die Proben werden auf dem nassen Wege auf zweierlei verschiedene Weise ausgeführt.

Die eine erfolgt nach dem Verfahren von Pelouze, bei welchem man, nachdem das zu probirende Material in Königswasser aufgelöst worden ist, ammoniakalische Flüssigkeit im Ueberschuß hinzu gießt und den Kupfergehalt durch eine titrirte Lösung von Schwefelnatrium bestimmt. Zur Titrirung der Lösung bedient man sich möglichst reinen Kupfers, welches auf der Hütte selbst bereitet wird.

Das andere Verfahren besteht darin, das Kupfer in Schwefelsäure aufzulösen und es durch metallisches Zink zu fällen. — Da das erhaltene Präcipitat andere durch das Zink zu fällende Metalle, wie Blei, welches sich oft in den Kupfererzen und Steinen findet, enthalten kann, und da in allen Fällen sein Auswaschen und sein Rösten, ohne mögliche Fehler, schwierig auszuführen sind: so löst man es in Salpetersäure wieder auf, verdünnt die Lösung mit einer hinreichenden Amoniakmenge, um das gebildete Präcipitat wieder aufzulösen, und bestimmt endlich den Kupfergehalt der Flüssigkeit durch eine titrirte Schwefelnatrium-Lösung. — Obgleich dieses zweite Verfahren wesentlich länger ist, als das erstere, so ist es doch weit genauer, besonders bei ärmeren Erzen.

Es ist jedoch anzunehmen, daß die von Kerl (Hüttenkunde, Bd. II. S. 152) modificirte schwedische Probe, bei welcher das in der Lösung enthaltene metallische Kupfer mittelst Eisen gefällt wird, weit schneller ein eben so genaues Resultat geben wird.

Basen, auf welchen der Ankaufspreis der Erze berechnet wird. — Wir haben schon bemerkt, daß der Ankaufspreis der Erze nach ihrem durch die Probe gefundenem Metallgehalte regulirt wird, d. h. daß man für jedes Hunderttheil des Kupfergehaltes für 100 Pfd. Erze einen Preis zahlt, der mit dem Gehalte steigt. Die Sterner Hütte begründet ihre Berechnungen auf die nachstehende Tabelle, wobei ein Preis des Kupfers von 35 bis 36 Thlr. für den preußischen Centner angenommen worden ist:

Gehalt der Erze in Procenten:	Preis für das Pfund Kupfer in dem Erze:	Preis von 100 Pfund Erz:
2	2 Sgr. 6 Pf.	— Thlr. 5 Sgr.
3	3 „ — „	— „ 9 „
4	3 „ 6 „	— „ 14 „
5	4 „ — „	— „ 20 „
6	4 „ 6 „	— „ 27 „
8	5 „ — „	1 „ 10 „
10	5 „ 6 „	1 „ 25 „
15	6 „ — „	3 „ — „
20	6 „ 6 „	4 „ 10 „
25	7 „ — „	5 „ 25 „
30	7 „ 6 „	7 „ 15 „
45	8 „ — „	12 „ — „

Diese Preise werden für die nach dem Rheinhafen zu Linz oder nach irgend einer andern gleichweiten Entfernung von der Hütte abgelieferten Erze bezahlt; sie gelten für Erze mit quarziger Gangart. Erze mit Spatheisensteingangart werden etwas geringer bezahlt, wenn ihr Gehalt nur 1 Proc. Kupfer beträgt, da ihre Gangart durch die Säuren angreifbar und ihre Zugutemachung auf dem nassen Wege minder vortheilhaft ist.

Die Erze von der Josephsberggrube kommen auch, nach einer ähnlichen Scala wie die obige, in Rechnung. Erze unter 1 Proc. Gehalt werden 100 Pfd. zu 2 Sgr., die von 1 bis 2 Proc. nach dem Fuß von 2 Proc. u. s. w. gemäß obiger Tabelle berechnet.

Art und Weise der Erzclassification. — Die in der Sterner Hütte zu Gute gemachten Erze haben eine sehr verschiedenartige Beschaffenheit und einen sehr verschiedenen Metallgehalt. Man kann sie auf dreierlei Art classificiren, je nachdem man sie unter verschiedenen Umständen betrachtet, welche für die Zugutemachung wesentlich sind, nämlich:

A. Nach der Beschaffenheit der Verbindung, in welcher das Kupfer im Erze vorkommt, d. h. ob geschwefelt oder oxydirt.

B. Nach dem Metallgehalt des Erzes.

C. Nach der Beschaffenheit der Gangart, welche die metallischen Verbindungen begleitet.

Von diesen drei Elementen muß die Aufgabe der Bestimmung der für die Erze geeigneten hüttenmännischen Behandlung abhängen.

Geschwefelte und oxydirte Erze. — Alle auf der Sterner Hütte zu Gute gemachten Erze lassen sich unter diese beiden Kategorien bringen. Zu den erstern gehören:

1) Der Kupferglanz — $Cu^2 S$;
2) das Buntkupfererz — $2 Cu^2 S, FeS$;
3) der Kupferkies — $Cu^2 S, FeS$;
4) Gemenge aus den beiden vorhergehenden;
5) Kupfersteine und Leche — Cu, Fe, Pb, S.

Die oxydischen Erze sind:

6) Das Rothkupfererz — $Cu^2 O$;
7) die Kupferschwärze — CuO;
8) der Malachit — $CuO, CO^2 + CuO, HO$;
9) die Kupferlasur — $2 (CuO, CO^2) + CuO, HO$;
10) das Phosphorkupfer — $3 CuO, PhO^5 + 3 (CuO, HO)$.

Die geschwefelten Erze werden wieder in reiche und in arme getheilt. — Die Sterner Hütte macht bei weitem mehr geschwefelte als oxydische Erze zu Gute, hauptsächlich wegen des Metallgehalts. Sie werden in hüttenmännischer Beziehung in solche, die mehr als 12 Proc. Kupfer, und in solche, die weniger als dieß enthalten, geschieden.

Man unterscheidet ferner Erze mit quarziger Gangart, welche hauptsächlich aus dem Buntkupfererze und dem Gemenge von demselben mit Kupferkies aus der St. Josephsgrube, und solche mit späthiger Gangart, hauptsächlich Kupferkies aus dem Siegenschen, bestehen. Die in sehr bedeutenden Mengen verschmolzenen Leche können nach dem Rösten hinsichtlich der Beschaffenheit der Gangart als solche mit späthiger angesehen werden; sie kommen, wie wir schon weiter oben gesagt haben, von den Bleihütten der Rheinprovinz.

Die oxydischen Erze sind im Allgemeinen arm; es kommen bedeutende Gewichtsmengen derselben zur Hütte, allein wegen ihres geringen Gehaltes ist ihr Ausbringen nur ein sehr beschränktes.

Auch sie werden bezüglich der Beschaffenheit ihrer Gangart in zwei Klassen getheilt.

Die erste umfaßt die Erze von den alten Bauen und den Halden des Virneberges; sie haben nur Quarz zur Gangart und ihr Kupfergehalt beträgt durchschnittlich ½ — 2 Proc. — Die zweite Klasse wird von einem Buntsandstein aus der Eifel gebildet, der kohlensaures Kupfer eingesprengt, aber auch wesentliche Mengen von Blei und Kalk enthält; sein Gehalt beläuft sich im Durchschnitt auf 2½ bis 3½ Proc.

Die hüttenmännische Zugutemachung der drei Erzklassen. — Wiederholen wir das über die Beschaffenheit der Erze, welche zu Sterner Hütte behandelt werden, Gesagte, so ergiebt sich nachstehende Classification:

A. Oxydirte Erze, arm, von ½ bis 3½ Proc. Gehalt, mit fast ausschließlich kieseliger Gangart; der mittlere Gehalt kann zu ½ bis 1 Proc. angenommen werden.

B. Arme geschwefelte Erze, unter 12 Proc. Gehalt; im Allgemeinen mit fast ausschließlich quarziger Gangart; ihr Metallgehalt beträgt 4 bis 5 Proc. Kupfer.

C. Reiche geschwefelte Erze und Kupfersteine oder Leche, deren geringster Gehalt 12 Proc. und deren mittlerer 20 bis 30 Proc. ist; ihre Gangarten bestehen theils aus Quarz, theils aus Spatheisenstein.

Die Zugutemachung der reichen geschwefelten Erze kann durch eine sehr einfache Reihe von Prozessen auf dem trocknen Wege bewirkt werden. Es bestehen dieselben in abwechselnden Röstungen und Reductionen, so daß man nach und nach die erdigen Gangarten und die fremdartigen Metalle durch Verschlackung abscheidet, da sie verschlackbarer als Kupfer sind, während man zu gleicher Zeit durch Röstung die leicht säuernden Metalle, wie Arsen und Antimon, so wie auch den Schwefel abscheidet.

Das Resultat der wiederholten Verschmelzung des Steins ist endlich ein Schwarzkupfer, welches fast ganz rein von Schwefel ist, dem aber andere mit dem Kupfer reducirte Metalle beigemengt sind und seine Reinheit benachtheiligen, indem sie ihm die eigenthümlichen physikalischen Kennzeichen nehmen. Es wird gaar gemacht.

Bei der Zugutemachung der reichen Erze auf der Sterner Hütte giebt deren hoher Gehalt, die mehr basische als saure Beschaffenheit der Gangarten, so wie das Nichtvorhandensein des Arsens und Antimons in den Erzen Veranlassung, die Hüttenprozesse so viel wie möglich zu vereinfachen, indem das Rohschmelzen und das Concentriren oder Spuren des Rohsteins wegfällt. Es umfaßt daher die Zugutemachung der reichen geschwefelten Erze nachstehende Prozesse:

1) Eine möglichst vollständige Röstung der Erze und Rohsteine;
2) ein Schwarzkupferschmelzen der gerösteten Erze;
3) das Gaarmachen des Schwarzkupfers.

Die armen oxydischen Erze können auf dem trockner Wege nicht zu Gute gemacht werden. Der Waleser Flammof prozeß, bei welchem, wie wir sahen, reiche oxydische Erze beim Schm

des Bronzesteins zugesetzt werden und zur Entschwefelung desselben beitragen, ist zur Verarbeitung der (oxydischen) Virneberger Erze nicht anwendbar. Es haben diese nicht allein einen sehr geringen Kupfergehalt, sondern es ist auch ihre Gangart ausschließlich kieselig, so daß beim Verschmelzen das Kupferoxyd verschlackt werden würde, wenn man nicht zur Steinbildung sehr viel Kupferkies zuschlagen wollte.

Die quarzige Gangart begünstigt die Zugutemachung der armen oxydischen Erze durch Säure, indem bei dem Verfahren auf nassem Wege es sehr wesentlich ist, daß das Kupfer von in Säuren unlöslichen Substanzen begleitet wird. Die Erfahrung hat gezeigt, daß Erze mit ½ Proc. Kupfer und vollständig unlöslichen Gangarten weit vortheilhafter durch Lösung zu Gute gemacht werden können, als andere, die, wie der Eifeler Sandstein, 2½ Proc. Kupfer mit Beimengung von ¾ Proc. Kalk und etwas Blei enthalten.

Das Wesentliche der Zugutemachung auf dem nassen Wege, dem einzig zweckmäßigen für arme oxydische Erze, ist Folgendes: Die Kupferoxydtheilchen werden durch eine Säure aufgelöst, das aufgelöste Kupfer wird durch Eisen gefällt oder cementirt, das Cementkupfer wird geschmolzen und dann gaar gemacht.

Man kann drei *solvirende Substanzen* zum Angriff der oxydischen Kupfererze anwenden, nämlich:

Schwefelsäure, welche aus allen, mit dem Erz in Berührung stehenden Stücken gebildet wird.

Chlorwasserstoff- oder Salzsäure, welche in den Sodafabriken angekauft wird.

Die saure Mutterlauge von der Eisenvitriolarbeit, welche als Abgang von der Bearbeitung der Kupfererze durch Schwefelsäure abgeflossen ist, ehe man sie zu einem neuen Angriff leicht löslicher Erze verwendete.

Man gebraucht diese beiden letztern Reagentien zur Zugutemachung der armen oxydischen Erze aus dem Grunde, weil man dabei im Stande ist, die Auslaugung auf der Halde der Grube vorzunehmen, wogegen man Schwefelsäure dort nicht produciren kann. Es werden auf diese Weise die bedeutenden Kosten erspart, welche die Anfuhr armer Erze zur Hütte veranlaßt.

Die saure Mutterlauge von dem Eisenvitriolsieden hat nur eine schwache Säure und ihre Wirksamkeit muß daher auf die leicht angreifbaren, armen oxydischen Erze beschränkt bleiben, für welche dieses Lösungsmittel, welches nichts kostet, vollkommen stark genug ist.

Die armen geschwefelten Erze könnte man freilich auf dem trocknen Wege zu Gute machen; allein wegen der Beschaffenheit der Gangart und der Seltenheit der Flußmittel würde eine solche Arbeit sehr kostspielig werden. Man müßte die Erze einem Rohschmelzen unterwerfen, um die quarzige Gangart zu verschlacken, und anderntheils das Kupfer zu einem Stein concentriren, der dann auf die gewöhnliche weitläuftige Weise auf Kupfer zu verschmelzen wäre. Um aber die Verschlackung des sehr kieselreichen Erzes zu bewirken, müßte man der Beschickung so viel metallische und erdige Oxyde zusetzen, um ein flüssiges Silicat zu bilden, etwa in der Form von $\dot{R}^3\bar{Si}$ (3RO, SiO [illegible] daher den ohnehin schon ar-

men Erzen so viel Zuschläge gegeben werden, daß ihr Gehalt fast gänzlich verschlackt würde.

Der verhältnißmäßig hohe Preis des Brennmaterials, des Kalksteins und der Puddelschlacken, welche zur Sterner Hütte weither geschafft werden müssen, bildet die Hauptschwierigkeiten der Zugutemachung der armen geschwefelten Erze auf dem trocknen Wege.

Die Verhältnisse, unter denen arme schweflige Kupfererze auf andern Hütten verschmolzen werden, lassen sich mit denen, unter welchen dieselbe Arbeit mit den Erzen von der Grube St. Joseph ausgeführt wird, gar nicht vergleichen.

Im Mansfeldschen z. B. behandelt man, wie wir sahen, geschwefelte Kupfererze von $2\frac{1}{2}$ bis 5 Proc. Gehalt, den sogenannten Kupferschiefer, aber in dieser Gangart ist die Kieselsäure schon zum Theil durch Thonerde gesättigt, und man kann auch zu billigen Preisen Flußspath benutzen, von dem geringe Verhältnisse zur Bildung einer flüssigen Schlacke hinreichen.

Zu Falun in Schweden und Röraes in Norwegen macht man geschwefelte Erze von 2 bis 4 Proc. Gehalt zu Gute; allein ihre Gangart ist ein Gemenge von Quarz und Eisenkies. Das durch Oxydation des Kieses bei der Röstung der Erze gebildete Eisenoxyd giebt die zur Verschlackung des Quarzes erforderliche Base, und die gerösteten Erze schmelzen nun ohne allen andern Zuschlag.

Bei den auf der Sterner Hütte zu Gute zu machenden armen geschwefelten Erzen auf dem trocknen Wege findet keiner von diesen günstigen Umständen statt. Dagegen ist die ausschließlich quarzige Beschaffenheit der Gangart für die Zugutemachung auf dem nassen Wege sehr günstig, wie wir es schon bei den oxydischen Erzen sahen, und es ist daher dieser Prozeß dem Schmelzprozeß vorzuziehen.

Sehr wesentlich ist es, die geschwefelten Erze, ehe sie der Einwirkung der Säuren unterworfen werden, zu rösten, so daß sie in den oxydirten Zustand übergehen. Sie verhalten sich dann ganz so, wie die natürlichen oxydischen Erze, mit denen wir uns weiter oben beschäftigten, und können daher ganz so behandelt werden.

Gründe, warum bei der Zugutemachung der geschwefelten Erze die Schwefelsäure vorzuziehen ist. — Dennoch haben die gerösteten Erze in ihrer Structur einige Verschiedenheit von den oxydischen. Im Durchschnitte sind sie wesentlich reicher als diese, und lassen sich daher nicht so rein durch Säuren gewinnen. Es muß demnach deren Wirkung weit stärker sein, als bei den natürlichen oxydischen Erzen, und aus diesem Grunde unterwirft man das geröstete Erz vorzugsweise der Wirkung der Schwefelsäure im entstehenden Zustande, während die Salzsäure und die Mutterlauge zur Lösung der natürlichen oxydischen Erze angewendet werden.

Die Schwefelsäure wird durch Röstung der Blende fabricirt. Gründe für die Wahl dieses Mittels. — Die zum Angriff der Erze erforderliche Schwefelsäure entsteht durch Oxydation, welche eintritt mit der Berührung der durch Röstung der Blende sich entwickelnden schwefeligen Säure mit Wasserdampf. In einigen ähnlichen Hütten erzeugt man die schwefelige Säure durch die Röstung reicher Kupferkiese, die zum Verschmelzen kommen. Zu Sterne könnte auf diese Weise keine hinreichende Säuremenge producirt werden. Auch benutzt man sie nicht

Sulfatisation der zu cementirenden Erze, da unter den Umständen, unter denen die Röstung vor sich gehen muß, nämlich mit dem zur Benutzung der schwefligen Säure erforderlichen künstlichen Luftzug, eine Temperaturerhöhung und folglich eine partielle Schmelzung der zu röstenden Erze nicht vermieden werden kann. Die Röstung würde dann unvollständig ausfallen und dieß nachtheilig für das Schmelzen auf Schwarzkupfer sein, indem dadurch eine größere oder geringere Menge von Stein entsteht, der von Neuem eine Reihe von Operationen durchgehen muß. Die wesentlich unschmelzbare Beschaffenheit der Blende und des Zinkoxyds kann diese Schwierigkeiten in der Röstarbeit nicht herbeiführen, und da Blende in der Nähe der Sterner Hütte häufig vorkommt, so giebt man derselben den Vorzug zur Erzeugung der schwefligen und der Schwefelsäure.

Die Behandlung mit der Schwefelsäure giebt Veranlassung zu zwei Nebenfabrikationen.

1) Eisenvitriolfabrikation. — Die Zugutemachung der Kupfererze durch Schwefelsäure veranlaßt, nach Behandlung der Lösungen durch Eisen, die Bildung von Cementkupfer, welches denselben Prozessen, wie das durch die Behandlung mit Chlorwasserstoffsäure erhaltene Product, unterworfen wird; es erfolgt auf diese Weise Gaarkupfer.

Außerdem erhält man durch Fällung des Kupfers aus seiner schwefelsauren Lösung eine Flüssigkeit, welche viel schwefelsaures Eisen ($FeO\,SO^3$) enthält. Dieses durch Krystallisation als grüner Vitriol gewonnene schwefelsaure Eisen ($FeO\,SO^3 + 7\,HO$) hat im Handel einen gewissen Werth und wird daher als Nebenproduct bei dem Kupferhüttenprozeß mittelst Schwefelsäure gewonnen.

2) Gewinnung von Zink durch Reduction der gerösteten Blende. — Endlich wird die geröstete Blende, die ebenfalls ein Nebenproduct dieser Arbeit ist, auf metallisches Zink reducirt.

Obgleich dieses Product nur ein secundäres auf der Linzer Hütte ist, so hat es doch Wichtigkeit für dieselbe. Die bedeutende Blendemenge, welche bei der Kupfergewinnung mittelst Schwefelsäure zur Röstung kommt, ist sehr characteristisch für die Hütte. Es ist dieser Betrieb in dem vorliegenden Falle vortheilhaft, allein im Allgemeinen hat er das Nachtheilige, daß er zwei Betriebszweige solidarisch verbindet, deren ökonomische Bedingungen sehr verschieden sein können. Die Zinkfabrikation auf der Sterner Hütte wird für Rechnung der Gesellschaft Vieille-Montagne betrieben; die Blende kommt von deren Graben in der Gegend von Ueckerrath, östlich vom Siebengebirge, und in der Nähe von Mugen in der Eifel.

Wir wollen zuvörderst eine Uebersicht der verschiedenen Prozesse, die in der Sterner Hütte ausgeführt werden, geben:

A. Zugutemachung der armen geschwefelten Erze.

1) Röstung. — Die armen geschwefelten Erze werden einer Röstung unterworfen, die eine Oxydation derselben bewirkt und sie zum Angriff durch die schwefelsauren Dämpfe vorbereitet.

Die Röstung der Erze mit quarziger Gangart von der Josephsgrube wird, wenn ihr Kupfergehalt 4 Proc. nicht übersteigt, in Schachtöfen ausgeführt.

Die quarzigen Erze r von über 4 Proc. und die

Erze mit Spatheisengangart von jedem Gehalt, werden im Flammofen geröstet, weil ihre Schmelzbarkeit die Röstung im Schachtofen verbietet, soll nicht Zusammenbacken und folglich unvollkommenes Schmelzen veranlaßt werden. Sehr wesentlich ist es, die Röstung recht vollständig auszuführen, weil alle geschwefelt gebliebenen metallischen Theilchen der Wirkung der Säure entgehen.

2) Die gerösteten Erze werden zerkleinert, da sie in zu großen Stücken vorhanden sind, zur gehörigen Wirkung der Säure aber nur ein möglichst zertheilter Zustand zweckmäßig ist.

3) Angriff des gerösteten Erzes durch schwefelsaure Dämpfe. — Die gerösteten und bis zu einer zweckmäßigen Größe zerkleinerten Erze werden in große gemauerte Behälter gebracht, in welche man sowohl schwefelige Säure als Wasserdämpfe gelangen läßt.

In Berührung mit den aus Kupfer- und Eisenoxyd bestehenden kleineren Erzstücken, verwandelt sich die schwefelige Säure, indem sie sich oxydirt, in wasserhaltige Schwefelsäure, welche die metallischen Oxyde in den gerösteten Erzen durchdringt und löst.

Entwickelung der schwefeligen Säure durch Röstung der Blende. — Die Röstung erfolgt in einem Retorten- oder Gefäßofen; die Blende erlangt eine hohe Temperatur und kommt mit Gebläseluft in Berührung. Die durch Verbrennung des Schwefels der Blende erzeugte schwefelige Säure gelangt in einen Kanal, in welchem sie sich mit Wasserdämpfen vermischt und dann in die Gefäße, welche die Erze enthalten, geleitet wird.

Die Wasserdämpfe werden in einem Kessel erzeugt, der über dem Röstofen angebracht, und durch die aus demselben entweichende Hitze gefeuert wird.

4) Fällung des Kupfers durch Eisen oder Cementation. — Die Lösung der Kupfer-, Eisen- u. s. w. Sulfate wird in besondere Behälter geleitet, wo sie mit Guß- und Stabeisenstücken in Berührung kommt.

Da das Eisen elektro-positiver als das Kupfer ist, so fällt es dieses und substituirt es in seiner schwefelsauren Verbindung. Man sammelt das Kupferpräcipitat und nennt es Cementkupfer.

5) Das Waschen des Cementkupfers. — Das Cementkupfer wird stets durch mehrere fremdartige Substanzen, hauptsächlich durch unlösliche Eisensalze verunreinigt, endlich besteht es aus Körnern von verschiedener Reinheit und Größe, vom feinsten Schlamm bis zu großen krystallinischen zusammengebackenen Blättchen. Man reinigt dieses Cementkupfer, indem man es in einer von einem Wasserkasten umgebenen Siebtrommel wäscht.

6) Schmelzung des Cementkupfers auf Schwarzkupfer. — Das gewaschene Cementkupfer enthält noch verschiedene fremdartige Körper, deren häufigste Eisenoxyde und überschwefelsaure basische Eisenoxyde sind. Man schmelzt es ohne Zuschläge in Flammöfen von englischer Einrichtung, oder neuerlich zweckmäßiger in Krummöfen. Die beigemengten Oxyde verschlacken sich auf Kosten der Materialien, aus denen die Ofensohle besteht; man erhält Schwarzkupfer und kupferreiche Schlacken.

7) Das erlangte Schwarzkupfer ist von sehr guter Beschaffenheit und enthält wenig fremdartige Substanzen, es wird in dem kleinen deutsche[n] Herde dem Gaarmachen unterworfen. Unter dem Einfluß des Gebl[äse]windes verschlacken sich die fremdartigen Metalle und werden abge[zogen]

oxydul. Sie werden zuvörderst einer Concentration unterworfen, die in der Verdampfung eines Theils ihres Wassergehaltes, in einem besondern Flammofen, besteht.

2) Die Krystallisation des Vitriols. — Die concentrirte Lösung, schwefelsaures Eisenoxydul, wird in hölzerne Fässer abgelassen und der Krystallisation überlassen. Dieselbe wird unter dem doppelten Einflusse der Abkühlung der Flüssigkeit und Abdampfung eines Theils ihres Wassergehaltes bewirkt. Nach einigen Tagen erhält man grüne Krystalle, die nochmals zur Krystallisation kommen, und Mutterlauge. Letztere dient, wie schon bemerkt, zur Auflösung des Kupferoxydes in gewissen sehr armen Erzen.

β. Gewinnung des metallischen Zinks.

1) Zweite Röstung der Blende. — Wir sahen weiter oben, daß man bei der Zugutemachung der Kupfererze mit Schwefelsäure die letztere durch Röstung der Blende erzeuge. Es ist jedoch diese Röstung bei der Sulfatisation des Kupfers nicht vollständig, indem nur etwa $\frac{2}{3}$ von seinem Schwefelgehalte verbrannt worden sind. Die geröstete Blende wird daher in der Zinkhütte einer neuen Röstung unterworfen, wodurch die Verbrennung des Schwefels und die Oxydation des Zinks vollendet werden. Diese Röstung wird in Oefen von derselben Einrichtung ausgeführt, wie man sie beim ersten Rösten anwendet, jedoch mit dem Unterschiede, daß die erzeugte schwefelige Säure nicht benutzt wird.

2) Reduction des Zinkoxyds im Lütticher Ofen. — Die geröstete Blende wird in einem Ofen von Lütticher Einrichtung reducirt und giebt metallisches Zink.

Dieses ist die Uebersicht und die Reihenfolge der sehr verwickelten Prozesse, mit deren Hülfe auf der Sterner Hütte arme Kupfererze zu Gute gemacht werden.

Es sollen nun die Hüttenprozesse und die erlangten Resultate, in den Einzelnheiten verfolgt werden, ohne jedoch dabei den Nebenprozeß der Zugutemachung der Zinkerze zu berücksichtigen, indem derselbe dem eigentlichen Zweck dieses Werks fremd ist.

II. Beschreibung der Hüttenprozesse.

A. Zugutemachung der armen geschwefelten Erze.

1) Röstung im Schachtofen.

Die armen geschwefelten Erze werden im Schachtofen geröstet. — Die Nothwendigkeit einer sehr vollständigen Röstung der geschwefelten Erze, welche auf dem nassen Wege zu Gute gemacht werden sollen, ergiebt sich aus dem Umstande, daß jeder Kupfertheil, welcher der Einwirkung der schwachen Säuren als Sulfuret unterworfen wird, unangegriffen bleibt und daher in der Gangart verloren geht.

Wir haben schon weiter oben gesehen, daß man in Beziehung auf die Röstung die Erze in zwei Classen theilt, von denen die eine diejenigen mit quarziger Gangart unter, und die andere solche nicht mehr als 4 pr. Ctr. Gehalt und alle mit Spatheisenst[illegible]rt umfaßt. Die erstere Classe ist für die Sterner Hütte vo[illegible] Wichtigkeit, als die zweite, die eigentlich nur nebenbei z[illegible]d. Die Röstung dieser letzteren Erzclasse wird unter [illegible]en ausgeführt, wie die der

auf trockenem Wege zu Gute gemachten Erze, und wir kommen daher weiter unten darauf zurück.

Die Röstung darf nicht viel Kosten verursachen. — Sie kann weder in Haufen, noch in Stadeln ausgeführt werden. — Der mittlere Gehalt der zu Gute gemachten Erze beträgt 2 bis 2½ Proc. und ihr Werth ist daher zu gering, als daß sie eine irgend kostspielige Röstung tragen könnten. Die Röstung in Haufen und Stadeln, die in den meisten Hütten bei Zugutemachung armer Erze angewendet wird, bewirkt nur eine unvollständige Verbrennung des Schwefels, und dieser Umstand untersagt daher deren Benutzung bei der Behandlung auf dem nassen Wege. Dagegen giebt die Röstung in Schachtöfen ein besseres Resultat ohne bedeutende Kosten, und diese ist es daher, die man auf die Erze von St. Josephsberge anwendet.

Beschreibung des Schachtröstofens. — Ein solcher Ofen besteht aus einem Gemäuer, dessen innerer Raum die Form zweier, mit ihren Basen aneinander liegenden abgestumpften Kegel darbietet. Ein solcher Ofenschacht ist 10 Fuß hoch, in der Mitte der Höhe 37 und an der Sohle, so wie in der Gicht 18 Zoll weit. Es liegen sechs solcher Oefen in einem Gemäuer neben einander, und zwischen je zweien befindet sich ein gewölbter Raum, von welchem aus frische Luft durch fünf Kanäle von 6 Q.-Zoll im Querschnitt in den Ofen geführt wird, und zwar in der Mitte seiner Höhe. In dem Mauerwerk am obern Theile des Schachtes ist ein 15″ weiter und 6″ hoher Kanal angebracht, der zur Ableitung der gasförmigen Producte der Röstung dient und mit einer 50 Fuß hohen Esse in Verbindung steht. Die Gicht des Ofens ist mit einem gußeisernen Deckel geschlossen. Unten an der Sohle ist der Schacht mit einer Oeffnung versehen, um die gerösteten Erze ausziehen zu können.

Inbetriebsetzung des Ofens. — Um diese zu bewirken, legt man auf die Sohle eine gewisse Holzmenge, darauf eine Schicht magere Steinkohlen, dann etwas Erz und dann abwechselnde Schichten Steinkohlen und Erz bis zu einem Viertel der Schachthöhe. Es wird nun von unten ab gefeuert, und sobald das Feuer gehörig durchgebrochen ist, fährt man mit Einbringung der abwechselnden Kohlen- und Erzschichten fort, bis der Ofen zur Hälfte seiner Höhe angefüllt ist. Man zieht aus der untern Oeffnung etwa 200 bis 300 Pfd. Erz und trägt durch die Gichtöffnung eine größere Menge rohes Erz und Brennmaterial ein; es wird dieses Verfahren alle zwei Stunden wiederholt, bis der Schacht angefüllt ist. In diesem Zustande wird nun der Ofen so lange erhalten, bis die Verbrennung der Kohlen den Zugkanal erreicht hat, worauf sich der Ofen in normalem Betriebe befindet. — Der Ofen enthält etwa 30 Preuß. Scheffel (a 1⅛ Kubikfuß) Erz.

Leitung des Prozesses. — Der Arbeiter nimmt durch die untere Oeffnung etwa 1 Scheffel oder 170 bis 180 Pfd. geröstetes Erz mit der Schaufel weg, worauf die Röstsäule zu sinken beginnt und der Arbeiter 2 bis 3 Schaufeln Kohlen und etwa auch 1 Scheffel rohes Erz in die Gicht einträgt, so daß der Schacht stets bis zum Zugkanal voll erhalten wird. Das Ganze wird mit einer Schaufel voll Kohlen bedeckt. Diese Arbeit wird alle ¾ Stunden wiederholt, so daß die eingetragenen 30 Scheffel Erz ungefähr in 36 oder 40 Stunden durchgesetzt und fertig geröstet sind.

Vorsichtsmaßregeln beim Aufgeben der Gichten. — Um die Röstöfen in einem regelmäßigen Betriebe zu erhalten, ist es wesentlich, daß jedesmal nur geringe Mengen nach sehr kurzen Zwischenräumen aus den Oefen genommen oder in dieselben eingetragen werden. Wollte man auf einmal eine zu große Menge geröstetes Erz herausnehmen, so würde dadurch ein zu starkes Sinken der Säule herbeigeführt und es würden sich die Zustände, in denen sich die verschiedenen Theile der Säule befinden, zu plötzlich verändern. Man muß dahin sehen, daß die Erze am Umfange des Schachtes eingetragen werden, weil sie beim Niedergange eine Neigung zur Mitte haben. Die Verbrennung würde im andern Falle unregelmäßig sein, in der Mitte zu lebhaft und die Temperatur an den Wänden des Schachtes nicht hoch genug.

Die Erzstücke müssen eine zweckmäßige Größe haben. — Auch die Größe der Stücke der zur Röstung gelangenden Erze hat einen großen Einfluß auf den Ofengang. Ist sie zu bedeutend, so bleibt zu viel Raum zwischen den Stücken, die Verbrennung ist zu lebhaft, der Brennmaterial-Verbrauch zu beträchtlich; sind dagegen die Erzstücke zu klein, so wird das Feuer in dem Ofen erstickt. Es ist daher in beiden Fällen die Röstung unvollkommen. Die zweckmäßigste Größe der Stücke beträgt 1—2 Cubikzoll.

Man verwendet magere Steinkohlen als Brennmaterial. — Da die Temperatur des Ofens niedrig und auch so constant als möglich gehalten werden muß, so taugt fette oder backende Kohle zur Feuerung nicht, wogegen eine magere Kohle zweckmäßig ist, welche aber auch zum Theil durch Cokesabfälle oder Rostcokes (Cinders) ersetzt werden kann.

Steinkohlenverbrauch. — Um eine solche Erhöhung der Temperatur zu vermindern, bei welcher die Erzstücke an einander backen können, muß das Brennmaterial zweckmäßig verbreitet und es muß seine Menge für eine Gicht so gering als möglich sein. Diese Menge verändert sich mit dem Reichthum des Erzes, d. h. mit seinem Schwefelgehalt und im umgekehrten Verhältniß zu diesem. Bei Erzen, die durchschnittlich 2 Proc. Kupfer als Buntkupfererz enthalten, beträgt der Steinkohlenverbrauch auf 100 geröstetes Erz 8,17; bei reicherem Erz ist er geringer.

Der Gewichtsverlust des Erzes bei der Röstung beträgt etwa 2 Proc.; er repräsentirt ziemlich genau das Gewicht des Schwefels in dem Erz.

Resultate des Röstprozesses. — Ist der Prozeß gut geleitet worden, so giebt er eine weit genügendere und vollständigere Röstung, als man sie in Schachtöfen erwarten sollte. Dieses Resultat ist ohne Frage eine Folge der sehr strengflüssigen Gangart und des fein eingesprengten Vorkommens der metallischen Sulfurete in derselben.

Beschaffenheit des gerösteten Erzes. — Die gut gerösteten Erze haben ein mattes Ansehen und eine dunkelbraune Farbe. Schwarze Farbe ist ein Zeichen der Verschlackung und folglich einer unvollständigen Röstung.

Arbeiter und Kosten. — Ein Arbeiter bedient sechs Oefen; er macht 12stündige Schichten und bekommt 12 Sgr. dafür. Nimmt man nun die vollständige Charge eines Ofens zu 30 Scheffel und die zur Röstung derselben erforderliche Zeit zu 4 Schichten = 48 Stunden an, so erhält man in dieser Zeit 31,500 Pfd. geröstetes Erz. Zu 1000 Pfd. derselben sind 0,127 Schicht und 81,7 Pfd. magere Kohlen erforderlich.

2) Zerkleinerung der Erze.

Um zur Bearbeitung mit der Schwefelsäure übergehen u können, müssen die gerösteten Erze zerkleinert werden ;u dem Ende wird in der Nähe der Röstöfen ein Wassergefälle von etwa. Pferdekraft zum Betriebe eines Quetsch-Walzwerks benutzt. Die Walzen iben 27″ im Durchmesser und 10″ Breite; sie machen etwa 17 Umgänge i der Minute. Die durchgewalzten Erze werden einer Separationstrommel igeführt, welche sie in Bruchstücke von $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ bis $1\frac{1}{4}$ Zoll separirt. Das)urchwalzen und Separiren der Erze beansprucht 3 Arbeiter. Es werden i einer 12stündigen Schicht 25,000 Pfd. Erze verwalzt und separirt.

3) Sulfatisation der Erze.

Die gerösteten und zerkleinerten Erze werden nach der Sternhütte geschafft, wo sie mit Schwefelsäure behandelt werden. Die Sulfatisation umaßt zwei verschiedene Prozesse, die jedoch zu gleicher Zeit ausgeführt weren, nämlich: *α.* die Röstung der schweflichte Säure entwickelnden Blende; *β.* die eigentliche Bearbeitung der Erze in den Säurekästen.

α. Röstung der Blende. — Die zur Entwickelung der schweflichen Säure angewendete Blende ist gewöhnlich ziemlich rein; sie ist mit einer gewissen Menge Schwefeleisen chemisch verbunden und enthält zuweilen geringe Mengen Bleiglanz und Quarz mechanisch beigemengt. Sie gelangt in Setzgraupen und in größeren Scheidestufen zur Hütte; die letzteren sind zur directen Röstung im Gefäßofen zu groß, und müssen daher vorher zerkleinert werden. Da diese letztere Arbeit wegen der bedeutenden Festigkeit der Blende schwierig ist, so brennt man diese vorher, wodurch das Verwalzen sehr erleichtert wird. Das Brennen geschieht in einem Schachtofen, der sich von dem zum Kupfererzrösten angewendeten nur dadurch unterscheidet, daß er in der Mitte einen cylindrischen Theil hat, während der obere und der untere conisch ist. Der Betrieb ist etwas abweichend; es wird die untere Oeffnung mit einer blechernen Thüre verschlossen und dieselbe, sowie der Deckel mit Lehm verschmiert, sobald der Ofen gefüllt ist. Die zur Verbrennung nöthige Luft wird mittelst eines Gebläses in die Mitte des Ofens und dort angebrachte Formen eingeführt. Der Windstrom genügt, um die Coksverbrennung zu unterhalten, allein er darf eine Röstung der Blende nicht bewirken. Da sich dies aber nicht absolut vermeiden läßt, so wird die sich entwickelnde schweflichte Säure mittelst des Zugkanals, durch den die Verbrennungsproducte entweichen, in die Säuerungskasten geführt und ...rt benutzt. — Man calcinirt in 12 Stunden 3 bis 5 Chargen und be...t dabei Coksabfälle und Rostcokes als Brennmaterial; der Aufwand ...rägt 2 bis 3 Scheffel in 24 Stunden.

Die calcinirten Blendestücke sind mit einer dünnen Oxydschicht bedeckt. ...ie Farbe ist ockerbraun und rührt von der Oxydation des beigemischten Schwefeleisens her. Sie werden nun mit Handfäusteln in Stücke von höch...ns $\frac{1}{2}$ Kubikzoll zerschlagen und dann kommen sie auf Rätter mit Sieben ...m $\frac{1}{12}$ Zoll weiten Maschen, wodurch das gebildete Oxyd abgetrennt wird.

Einrichtung des Ofens. — Die durchgerätterten Blendestücke, wie auch die Setzgraupen gelangen nun zu Rhodius'schen Gefäßöfen, un...

abgeröstet zu werden. Ein solcher Ofen ist in den Figg. 1 bis 3, Taf. IV abgebildet.

Fig. 1 ist eine Ansicht von der vordern Seite,
Fig. 2 ist eine Ansicht von der Endseite,
Fig. 3 ist ein Grundriß.

Er besteht im Wesentlichen aus einem großen Flammofen mit 7 Feuerungsplätzen und mit sechs über einander liegenden Reihen von je 9 Muffeln, zusammen also mit 54 Stück. Jede Reihe liegt zwischen 2 Herden. Die Muffeln sind 8' 8" tief, 15" breit und 3¾" hoch; sie bestehen aus feuerfestem Thon und sind nach besonderen Modellen geformt. Der Deckel einer untern Muffel dient als Boden einer obern. Auf ihrer Rückseite sind die Muffeln mit einer 13" langen und 2½" hohen Oeffnung versehen, aus welcher die sich während der Röstung entwickelnde schweflichte Säure aus- und in einen für alle neun Muffeln einer Reihe gemeinschaftlichen Kanal strömt, der in einen andern ausmündet, welcher die schweflichte Säure von einem ganzen Ofen aufnimmt, und wo sie sich, ehe sie in die Säuerungskasten gelangt, mit Wasserdämpfen verbindet. Während dieser Arbeit ist die vordere Seite der Muffeln mit einer blechernen Thür verschlossen, die eine 2" weite Oeffnung hat, durch welche man den Verlauf des Prozesses beobachten kann. Die Muffeln haben eine vollkommen horizontale Lage.

Die zur Röstung erforderliche Luft wird von dem Gebläse der Schmelzöfen geliefert; es sind zu der Röstung etwa 150 Kubikfuß von 8" Pressung der Wassersäule in der Minute erforderlich. Es wird dieser Wind durch eine gußeiserne Röhre von 7" Durchmesser herbeigeführt; von derselben gehen 5 Vertheilungsröhren aus, die an der Vorderseite des Ofens zwischen den sechs Muffelreihen angebracht sind; jeder Retorte wird der Wind durch eine, 1" weite Düse zugeführt. Die Herdroste sind 5' lang und 10" breit; jeder besteht aus 5 Stäben von 1" Stärke. Die Verbrennungsproducte durchströmen den Raum zwischen zwei Muffelreihen, den sie erwärmen, und durch 14 Oeffnungen (2 für jeden Raum) von 9" im □-Querschnitt, in einem Raum von 10" Höhe über den Muffeln, über welchem ein Kessel angebracht ist, in dem sich die zur Bildung der Schwefelsäure erforderlichen Dämpfe erzeugen. Jede Oeffnung, durch welche die Verbrennungsproducte in diesen obern Raum gelangen, ist mit einem Schieber von feuerfestem Thon versehen, wodurch der Zug eines jeden von diesen Herden für sich regulirt werden kann. Von den Kesseln weg gelangen die flüchtigen Producte in eine Esse.

Die Figg. 1 bis 3 verdeutlichen die übrigen Einzelnheiten der Construction.

Betrieb. Die Muffeln werden reihenweise oder je 9 gefüllt. Ein Arbeiter bringt einen etwa ¼ Scheffel Blende enthaltenden Kasten herbei, während ein anderer Arbeiter diese Charge für eine Retorte mittelst einer platten Schaufel in dieselbe einträgt, und zwar in den hintern Theil der Retorte, die dadurch auf die Hälfte gefüllt wird; dort ist nämlich die Wärme am stärksten. Der Arbeiter verschließt darauf die vordere Seite der Oeffnung mit der blechernen Thür, die er alsdann mit Lehm verschmiert. Während dem hat der Handlanger die Ladung für eine andere Retorte herbeigebracht und es wird [illegible] Weise mit denen der ganzen Reihe verfahren.

Die Entwickelung von schweflichter Säure erfolgt sehr bald, und nach Verlauf von 2 Stunden bringt man durch eins der Schaulöcher in der Muffelthüre eine lange eiserne Stange in das Innere, um die zu röstenden Substanzen umrühren zu können. Man wiederholt dies 4 bis 5 Mal, in Zwischenräumen von 2 Stunden; der Zweck dieser Arbeit ist der, die mit der Gebläseluft in Berührung stehende Oberfläche zu erneuern. Nach 11stündigem Feuer hört die Blende auf, schweflichte Säure zu entwickeln, und man sieht den Prozeß als beendigt an. Man nimmt die Thüren von den Muffeln weg und zieht den Inhalt in einen blechernen Karren. Ein vollständiger Prozeß dauert 12 Stunden und nach seiner Beendigung erfolgt sofort eine neue Charge. Der wesentliche Zweck des Prozesses ist nicht die vollständige Entschwefelung der Blende, sondern eine reichliche und möglichst schnelle Entwickelung von schweflichter Säure. Durch die Röstung werden etwa $\frac{4}{5}$ des Schwefelgehalts der Blende entfernt, das Uebrige bleibt größtentheils als Sulfat zurück. Die Vollendung der Röstung, besonders die erforderliche Zersetzung des Sulfats, um die Blende in den Zustand zurück zu führen, gehört dem Zinkhüttenprozeß an.

Der Gewichtsverlust der Blende bei der Röstung beträgt etwa 22 Proc., die Charge einer Retorte im Durchschnitt 51 Pfd., was bei zwei Chargen in 24 Stunden und 54 Muffeln 5,540 Pfund Blende beträgt, die täglich zur Röstung kommt. Dazu sind 24 bis 26 Scheffel Backkohlen erforderlich.

Das dabei nöthige Arbeiterpersonal, welches auch zugleich den Calcinirofen bedient, beträgt am Tage 4, Nachts 3, zusammen also 7 Personen. Zur Röstung von 100 Pfd. Blende sind erforderlich 4,05 Scheffel Backkohlen und 1,26 Tage Arbeit.

Die Dampfgeneratoren sind, wie schon bemerkt, über den Röstöfen angebracht, indem sie von deren Ueberhitze gefeuert werden. Es giebt deren zwei, die 17′ lang und $4\frac{1}{4}$′ breit sind. Die Boden- und zu gleicher Zeit Heizoberfläche beträgt daher für beide Kessel 160 Quadratfuß. Diese Kessel werden aus einem kleinen, in der Nähe angebrachten Wasser-Reservoir gespeist, indem dasselbe mit den Kesseln durch eine Oeffnung in Verbindung steht. Eine Ueberfallöffnung an dem Reservoir erhält den Wasserstand in demselben stets in der Höhe des obern Randes der Verbindungsöffnung mit dem Kessel. Der Dampfdruck in den Kesseln kann daher eine Atmosphäre nicht übersteigen. Die Menge des verdampften Wassers beträgt 600 Pfd. in der Stunde oder 240 Kubikfuß in 24 Stunden. Der erzeugte Dampf wird durch zwei Röhren in den Kanal geführt, wohin die schweflichte Säure von der Blenderöstung gelangt. Das Gemisch beider Dämpfe wird in die Behälter geführt, in denen die Sulfatisation der Erze bewirkt wird.

Beschreibung der Gefäße, in denen das geröstete Erz der Einwirkung der Säure unterworfen wird. — β. Sulfatisation der Erze. — Die Behälter, in denen die Sulfatisation bewirkt wird, sind große ausgemauerte Becken von 24′ im Quadrat oder 576 □′ im Querschnitt, deren vier zusammenliegen. Auf zwei Seiten sind Schutzmauern angebracht, damit die sauern Dämpfe bei den herrschenden Winden nicht in die anderen Räume der Hütte strömen. Uebrigens liegen die Bassins in freier Luft. Auf ihrer Sohle ist auf einem ungefähr 8″ mächtigen Bett von fettem, wasserdichtem Thon die feste Sohle angebracht,

bestehend, wie die Seitenwände, aus guten behauenen Steinen. Auf der Sohle sind Pfeiler von 10" Breite und 12" Höhe parallel mit den Seitenwänden aufgeführt, und zwar in Entfernungen von $2\frac{1}{2}$ Fuß von einander. Auf diesen Trägern werden parallel mit den andern Seiten natürliche Basaltsäulen gelegt, und auf diese erstere, gekreuzt gegen sie, eine zweite Reihe. Diese Basaltprismen liegen zwar dicht an einander, allein wegen ihrer unregelmäßigen Formen bleiben zwischen den anliegenden stets Zwischenräume von etwa $\frac{1}{2}$". Dadurch entsteht in der Form eines doppelten Bodens ein wirklicher Rost. Die gesammte Tiefe dieser Bassins beträgt 5 Fuß, die auf folgende Weise vertheilt sind: Höhe des Supports für die doppelten Boden 1 Fuß, desgl. für die erste Basaltlage $\frac{1}{2}$ Fuß, desgl. für die zweite Basaltlage $\frac{1}{2}$ Fuß, Höhe des Raumes darüber 3 Fuß.

Ein Seitenkanal führt das Gemisch von wasser- und schwefelsauern Dämpfen herbei; er ist 26" breit und 12" hoch. Darauf senkrecht stehende Kanäle vertheilen die Dämpfe unter den Rost des Erzbassins; man kann aber die Verbindungen mit dem Hauptkanal durch Schieber unterbrechen. In dem Winkel eines jeden Bassins ist eine bleierne Röhre angebracht, welche die Hüttensohle mit dem Raume unter dem Doppelboden in Verbindung setzt, um während des Betriebs die Stärke der Entwickelung der schwefelichtsauren Dämpfe beobachten zu können. Längs der Mauer der Becken ist ein Kasten aufgemauert, der eine hölzerne Butte aufnimmt, durch welche die gesättigten Lösungen aus den Erzbecken in ein besonderes Becken geführt werden, aus welchem sie mittelst einer Pumpe in die Cementationskasten gehoben werden.

Art und Weise des Chargirens der Sulfationsgefäße. — Jedes der Säuerungsbecken nimmt etwa 150,000 Pfd. auf, nämlich: auf den aus Basaltsäulen bestehenden Rost kommt zuvörderst eine Schicht von den größeren Stücken von $\frac{3}{4}$ bis $1\frac{1}{4}$ Kubikzoll, die etwa 7 Zoll stark ist, darüber her eine 16 Zoll dicke Schicht von $\frac{1}{4}$ bis $\frac{3}{4}$ Kubikzoll. Und auf diese Schicht breitet man eine 9 Zoll dicke Schicht von Erzklein, d. h. von Körnern unter $\frac{1}{4}$ K.-Z. aus. Die Dicke aller Erzschichten beträgt 2 Fuß 8 Zoll.

Sobald die Erze in die Becken eingebracht sind, öffnet man den Schieber und läßt die Säure- und Wasserdämpfe nebst vieler Luft einströmen. Unter dem Einfluß der in den gerösteten Erzen enthaltenen Oxyde, unter dem Einfluß der Wasserdämpfe und des Sauerstoffes der Luft überoxydirt sich die schwefelichte Säure und bildet wasserhaltige Schwefelsäure, die sich mit den Metalloxyden verbindet und eine schwefelsaure Lösung giebt, welche unter den doppelten Boden des Bassins fällt. Die Porosität der durch die Röstung gebildeten Oxyde, die hohe Temperatur und der Druck der Dämpfe sind behülflich, daß die Wirkung der Säure in das Innere der Erzstücke dringt. Man läßt diese Wirkung 8 bis 9 Tage lang ruhig fortdauern und schreitet alsdann zu dem Auslaugen, welches den Zweck hat, die gebildeten Sulfate, die sich nicht aufgelöst, wegzunehmen und der folgenden Einwirkung der Säure frische Oberflächen darzubieten.

Das Auslaugen des Erzes. — Man verfährt bei diesem Auslaugen wie folgt: Man nimmt mit der Schaufel die obere Schicht von Erzstaub ab und gießt 5—600 Kubikfuß von einer schwachen Lösung darauf, die von der Arbeit eines [illegible] Kastens herkommt. Diese Flüssigkeit wird mittelst einer [illegible] Faß gehoben, welches in der Mitte

des zu benetzenden Erdhaufens angebracht ist; mittelst eines mit einem Griff versehenen Gefäßes verbreitet man nun die Flüssigkeit möglichst gleichförmig über den Haufen.

Darauf gießt man, indem man auf dieselbe Weise verfährt, etwa 380 Cubikfuß Mutterlauge von der Kupfercementation, welche noch etwas freie Säure enthält, auf. Endlich beendigt man die Auslaugung dadurch, daß man etwa 100 Kubikfuß reines Wasser aufgießt, wodurch die an den Erzstücken hängen gebliebene Lösung weggeführt wird.

Man stellt darauf die Decke von Erzstaub wieder her und läßt den Haufen weitere 8 Tage stehen, um ihn der Einwirkung der sauren Dämpfe zu überlassen. Man wiederholt die Auslaugung auf dieselbe Weise, und nach einer neuen Woche der Säuerung schreitet man zu einem dritten und letzten Auslaugen.

Dauer der Einwirkung der Säure. — Die Säure wirkt daher zusammen 3 Wochen auf die Erze ein, wobei freilich die zu der Benetzung erforderliche Zeit mit einbegriffen ist. Das Erz ist alsdann vollständig ausgelaugt, ausgenommen einige von den größten Stücken, welche auf dem Rost bei der Ladung eines neuen Kastens bleiben. Die Lösung, welche 25—28 Grad Beaumé zeigt und 45—50 Proc. schwefelsaure Lösung enthält, gelangt zur Cementation.

Erzmenge, welche in einem Monat verarbeitet wird. — Der vollständige Prozeß, mit Einschluß der Entladungen und Entleerungen der Erze, erfordert einen Monat und es nimmt jeder Kasten oder Bottich etwa 150,000 Pfd. Erz auf. Nun könnte man zwar mit 4 Bottichen 600,000 Pfd. Erze in dem Monat zur Sulfatisation bringen; allein in der Praxis hat man etwa nur die Hälfte von dieser Menge zu verarbeiten. Um den Dienst bei dem Arbeiterpersonal der Bottiche zu reguliren, wird der Anfang des Prozesses bei jedem Gefäß eine Woche auseinander gelegt.

Volum der erlangten kupferhaltigen Lösungen. — Wir haben weiter oben gesehen, daß die Dampfkessel in 24 Stunden 240 Cubikfuß verdampftes Wasser liefern, d. h. 7,200 Cubikfuß in 1 Monat von 30 Tagen. Diese auf 4 Bottiche vertheilte Menge giebt 1800 Cubikfuß Wasser, welche monatlich in denselben eingeführt werden. Andererseits gelangen nun bei jeder Auslaugung etwa 480 Cubikfuß Wasser in ein Gefäß, wobei aber die Bewegungen der schwachen Solutionen, die nur unter den verschiedenen Bottichen wechseln, nicht in Rechnung gebracht werden. Bei drei Wäschen oder Auslaugen erhält man daher 1440 Cubikfuß Flüssigkeit und 4 Bottichen 5760 Cubikfuß, die in Verbindung mit der als Dampf eingeführten Wassermenge zusammen 12,960 Cubikfuß Lösung geben, die wöchentlich cementirt werden muß. Wegen der verschiedenen Verluste von Wasserdämpfen durch Infiltrationen u. s. w. darf man aber in Praxis nur etwa 1,100 Cubikfuß annehmen.

Die Menge des schwefelsauren Kupfers ist geringer, als die von der Theorie angegebene. — Da das chemische Aequivalent des Schwefels 200 und das des Kupfers 395,6 oder 400 ist, so würde jeder Gewichtstheil Schwefel, welcher zur Bildung von Kupfervitriol $CuOSO^3$ benutzt wird, zur Sulfatisation zweier Theile Kupfer dienen

Mit anderen Worten: es würde die Sulfatisation von 100 Theilen Kupf 50 Theile Schwefel, in Schwefelsäure verwandelt, beanspruchen.

Da nun das Verhältniß des Schwefels in der verbrannten Blen bei der ersten Röstung $\frac{1}{8}$ von dem ganzen Gehalt, d. h. 22 Proc. von de Gewichte der Blende beträgt, so würden der Theorie nach zur Bewirkur der Sulfatisation von 100 metallischem Kupfer $\frac{50 \times 100}{22} = 22$ geri stete Blende oder 113½ Proc. Cementkupfer mit 50 Proc. Kupfergehalt er fordern. In der Praxis beträgt dieses Verhältniß im Durchschnitt 3,22 Pfd. geröstete Blende auf 100 Pfd. Gaarkupfer oder 1600 Pfd. auf 10 Pfd. Cementkupfer.

Das Verhältniß des verbrannten Schwefels oder der erzeugten schwef lichten Säure, die wirklich zur Production des Kupfers benutzt ist, beträg daher kaum den 14ten Theil.

Ursachen dieser Differenz. — Verschiedene Gründe ließen einen wesentlichen Verlust bei Benutzung der schweflichten Säure voraussehen.

Das geröstete Erz enthält eine gewisse Menge Eisenoxyd, ferner Thon erde von einer geringen Menge Thonschiefer, welcher der Gangart des Er zes beigemengt ist u. s. w. Die gebildete Schwefelsäure wird nun zum Theil von diesen Oxyden gesättigt.

Eine gewisse Menge Schwefelsäure bleibt frei in der Lösung zurück welches wahrscheinlich daher rührt, daß die sauren Dämpfe, die unter den doppelten Boden gelangen, der mit der Lösung in Berührung steht, sich dort oxydiren und verdichten ohne das Erz zu erreichen.

Endlich entgeht ein wesentlicher Theil der Schwefelsäure der Ueber oxydation und dadurch wird ohne allen Zweifel der größte Theil des Ver lustes bei ihrer Benutzung veranlaßt.

Mittel zur vollständigern Benutzung der schweflichten und Schwefelsäure. — Das beste Mittel zur Benutzung der freien Säure in den Solutionen besteht darin, sie durch zweckmäßige und wieder holte Benetzungen auf die Erze zurückgelangen zu lassen; dennoch ist es un vermeidlich, daß die endliche Flüssigkeit, welche aus dem Säurekasten zur Cementation gelangt, nicht auch noch freie Säure enthält. Ein Theil der selben, obgleich er sich auf Kosten eines bedeutendern Eisenverbrauchs neu tralisirt, findet sich noch nach der Fällung des Kupfers, und aus diesem Grunde läßt man einen Theil der Mutterlauge von der Cementation zum Auslaugen der Erze in die Bottiche zurückgelangen.

Die vollständige Verwandlung der schweflichten in Schwefelsäure würde ohne Zweifel durch die Vermehrung oder durch die Vergrößerung der Säu rungsgefäße erreicht werden. Da die Production der schweflichten Säure constant bleibt, so würde man durch dieses Mittel einen verdünntern sau ren Dampf im Verhältniß zu einer größern Menge von Metalloxyd und folglich eine langsamere, aber vollständigere Reaction haben. Dagegen hätte eine solche Einrichtung den Nachtheil, bei derselben Metallproduction grö ßere Räumlichkeiten und ein größeres Capital zu erfordern.

Die Erscheinung der Ueberoxydation der schweflichten Säure durch den Einfluß der Berührung einer unangreifbaren, rothglühend gemachten Sub stanz würde den Anschein nach bei der Zugutemachung der Kupfererze durch Sulfatisation benutzt werden f[illegible] [illegible]ie Verwandlung der schweflichten Säure in Schwefelsäure zu

Die Erfahrung hat neuerlich in der Halsbrücker Hütte bei Freiberg (S. Plattner's „Metallurgische Hüttenprozesse", Freiberg 1856, S. 338 2c.) zu der Annahme geführt, daß die Benutzung dieser Erscheinung zu Verdichtung eines Theils der schweflichten Säure, die jetzt verloren geht, nicht ohne Interesse sein würde. Bei dem zu Freiberg bei der Röstung geschwefelter Materialien in Stadeln angestellten Versuch, hat man durch eine sehr einfache Vorrichtung die Verwandlung der schweflichten Säure in Schwefelsäure, durch Berührung mit Quarzbruchstücken erlangt; man hat dabei im Minimum 2,1 der erstern in 1, der zweiten und im Maximum 0,9 der erstern in 1 der zweiten verwandelt. In der Sterner Hütte verliert die mehr oder weniger vollständige Benutzung der schweflichten Säure an Wichtigkeit, wenn man die Röstung der Blende als einen Prozeß der Zinkfabrikation ansieht; dennoch muß man die Kostenerhöhung, welche diese eigenthümliche Art der Röstung veranlaßt, berücksichtigen und der einzige Zweck, den Antheil der Solidarität zwischen den Kupfer- und Zinkhütten zu vermindern, muß zu dem Bestreben führen, das Verhältniß der gerösteten Blende zu einer gegebenen Menge des dargestellten Kupfers zu vermindern.

Verminderungen, welche bei dem Betriebe durch Zugutemachung von Erzen eines mittlern Gehaltes veranlaßt werden. — Die hier beschriebene Arbeit gilt für die quarzigen Erze von Virneberg, die einen mittlern Gehalt von 2 Proc. Kupfer haben. Wenn man aber andere Materialien verarbeitet, so erleidet sie einige Veränderungen.

Wir haben weiter oben gesehen, daß die quarzigen Erze, welche 4 bis 10 Proc. Kupfer enthalten, wie auch alle Erze mit Spatheisenstein-Gangart, im Flammofen geröstet werden. Die Behandlung dieser Erze in den Sulfatisationsgefäßen zeigt nachstehende Eigenthümlichkeit:

Die in den Bottich eingebrachte Charge beträgt nur 60—70,000 Pfd., d. h. die Stärke der verschiedenen Erzlagen ist auf etwa die Hälfte von derjenigen reducirt, die sie bei der Verarbeitung armer Erze haben. Würden an Metalloxyden reiche Erze so dick aufgeschichtet, so würden die sauren Dämpfe, welche in dem untern Theil der Schicht gesättigt worden wären, nicht mit hinreichender Kraft bis zu den obern Theilen gelangen können, und es müßten diese daher zum Theil unangegriffen bleiben.

Die Bruchstücke sind auch etwas kleiner, als die der armen Erze.

Diese Erze werden einer zweifachen Röstung und Sulfatisation unterworfen. — Das Auslaugen der Erze wird alle drei oder vier Tage wiederholt.

Kurz, nach dreiwöchentlichem Aufenthalt in den Gefäßen haben die reichen Erze, die Metalloxyde, die sie enthielten, vollständig verloren; allein sie enthalten noch einen Theil des Kupfers im geschwefelten Zustande, welcher der Röstung entgangen ist. Man unterwirft sie einer zweiten Röstung und einer Zerkleinerung und läßt sie nochmals zur Sulfatisation gelangen. Nach diesem zweiten Angriff sind die Erze vollständig ausgelaugt.

Die Röstung allein hat einige Schwierigkeit bei der Zugutemachung dieser Erze von mittlerm Gehalt, auf dem nassen Wege.

Die Beimengung von Spatheisenstein, welche gewisse Erze zeigten, hat bei der Zugutemachung durch Schwefelsäure die Schwierigkeiten nicht dargeboten, welche man erwarten dürfte. Das durch die Röstung des kohlensauren Eisenoxydul erfolgte Eisenoxyd hat in der Praxis durchaus kein Be-

streben gezeigt, sich sehr stark aufzulösen, um auf den Gang der Arbeit und auf ihre Haushaltsresultate einen wesentlichen Einfluß auszuüben.

Die Verarbeitung der verhältnißmäßig reichen Erze mit Schwefelsäure gewährt ein leichtes Mittel, die sehr schwachen Lösungen, welche bei der Verarbeitung ärmerer Erze erfolgt sind, zu einem zweckmäßigen Grade der Concentration und der Neutralisation zu bringen.

Die bleihaltigen Erze aus der Eifel geben weniger vortheilhafte Resultate. — Die Zugutemachung des mit kohlensaurem Kupfer durchdrungenen Sandsteins aus der Eifel hat wegen des Bleigehalts der Erze wenig gute Resultate gegeben. Das gebildete schwefelsaure Blei gelangt mit der Kupferlösung in die Cementirungskästen, entweder durch theilweise Auflösung in der sauren Flüssigkeit, oder mechanisch von derselben mitgeführt. Das Blei wird bei der Cementkupfergewinnung mit dem Kupfer, welches es verunreinigt, zu gleicher Zeit metallisch gefällt. Das durch die Cementirung gewonnene Schwarzkupfer ist daher sehr bleihaltig und schwierig gaar zu machen.

Der Versuch, reiche Erze durch Schwefelsäure zu Gute zu machen, hat keinen Erfolg gehabt. — Endlich hat man auf der Sterner Hütte auch den Versuch gemacht, die quarzigen Erze vom St. Josephsberg, welche bis 20 Proc. Kupfer enthalten, durch die Behandlung mit Schwefelsäure zu Gute zu machen. Das Ausbringen war besser, als bei der Zugutemachung auf dem trocknen Wege; um aber alles Kupfer aus den Erzen zu gewinnen, mußte man sie dreimal zur Röstung und zur Sulfatisation bringen, wodurch die Prozesse sehr in die Länge gezogen wurden. Kurz, es war der Versuch nicht sehr vortheilhaft und man führte ihn daher nicht weiter fort.

4) Fällung des Kupfers oder Cementation.

Dimensionen und Construction der Cementirungskästen. — Die Gefäße, in denen die Fällung bewirkt wird, sind hölzerne Kästen, die unter der Sohle der Hütte angebracht sind; sie sind 11 Fuß lang, 8 Fuß breit und 2½ Fuß tief, so daß sie einen räumlichen Inhalt von 220 Cubikfuß haben. Es giebt zwei solcher Kästen für die Arbeit durch Sulfatisation. Sie bestehen aus tannenen Bohlen von 2 Zoll Stärke; um die Kästen so dicht als möglich zu erlangen, verfährt man bei ihrer Construction wie folgt: auf die Sohle wird eine Schicht Letten oder fester Thon fest gestampft und darauf legt man fünf oder sechs horizontale Querschwellen von 5—6 Zoll im Quadrat Stärke, zwischen diese Querschwellen stampft man ebenfalls Thon und befestigt darauf die Bohlen mit hölzernen Nägeln. Darauf richtet man die Wände aus Bohlen vor, indem man sie auf äußern Querleisten befestigt, ohne jedoch weitere Verbindungen anzubringen, und hinter diese Holzwände stampft man Letten.

Die kupferhaltige Lösung wird mit einer möglichst hohen Temperatur zur Cementation gebracht. — Die kupferige Lösung, welche 26—28° B. zeigt, wird in den Sammelkasten gebracht, aus welchem es mittelst bleierner Pumpen in die Cementirkästen gehoben wird. Diese Ueberführung wird so rasch als möglich ausgeführt, damit die zu cementirende Flüssigkeit eine m[illegible] [illegible]mperatur behält, wodurch die Reaction des Eisens gestei[illegible] hat vorher Stücken von Guß-

und Schmiedeeisen in den Kasten gebracht und bewirkt nun die Cementirung sehr ruhig.

Die vollständige Fällung des Kupfers erfordert im Durchschnitt 24 Stunden. — Wenn die mit einer recht reinen Eisenplatte probirte Flüssigkeit kein Zeichen von Kupfer mehr giebt, so ist die Fällung vollendet; gewöhnlich erfordert sie 24 Stunden. Man zapft alsdann die Lösung ab, welche Metalloxyde und Erden, die von dem Eisen nicht zersetzt werden können, so wie auch außerdem ein bedeutendes Verhältniß von freier Schwefelsäure enthält. Man benutzt diese Flüssigkeit, indem man sie, wie wir bereits oben sahen, zu der Auslaugung der zu sulfatisirenden Erze zurückführt. Der andere Theil gelangt zu den Behältern der vitriolischen Flüssigkeiten, um auf Kupfervitriol benutzt zu werden; ihre Dichtigkeit beträgt 30—38° B.

Nachdem diese Lösung weggenommen ist, wird in den Kasten frische Cementirflüssigkeit übergeführt.

Das Cementkupfer bleibt in dem Behälter zurück und man nimmt es erst dann heraus, wenn sich eine hinreichende Menge darin angehäuft hat, d. h. im Durchschnitt einmal monatlich. Das Cementkupfer enthält mehr oder weniger Eisenoxyd, basisch unterschwefelsaures Kupfer, so wie die Metalle, welche weniger electropositiv als das Eisen, und die zu gleicher Zeit mit dem Kupfer gefällt sind; endlich enthält es auch den Graphit, der in dem als Fällungsmittel benutzten Roheisen vorhanden war.

Menge des wöchentlich producirten Cementkupfers. — Man verarbeitet im Durchschnitt monatlich auf Cementkupfer 56 Kästen, welche 190 Cubikfuß von der Kupferlösung enthalten, d. h. also zusammen 10,640 Cubikfuß; es ist dieß die wirklich von dem Angriffs- oder Säurungskästen producirte Flüssigkeitsmenge.

Für einen wöchentlichen Durchschnitt von 257,000 Pfd. Erz, die zur Sulfatisation kommen, erhält man 11,000 Pfd. Cementkupfer, d. h. 4,27 Proc. des zu Gute gemachten Erzes.

Man benutzt zur Fällung Schmiede- und Gußeisen, von denen aber das erstere den Vorzug verdient. — Man verwendet zur Fällung Schmiede-, Guß- oder Roheisen. Das letztere giebt ein schlammiges, feinkörniges Cementkupfer, welches gar keinen Zusammenhang hat; Schmiedeeisen, und hauptsächlich Blechabschnitte, geben dagegen ein grobkörniges Präcipitat mit Zusammenhang; Schmiedeeisen ist daher in jeder Beziehung dem Gußeisen vorzuziehen, allein der Handel liefert es nicht in hinreichender Menge, und Gußeisen wird in bedeutender Menge bei der Arbeit durch Schwefelsäure angewendet.

Eisenmenge, welche zur Fällung des Kupfers verbraucht wird. — Die Menge des bei der Cementation verbrauchten Eisens steht nicht im genauen Verhältniß zu der Menge des producirten Kupfers, sondern es hängt auch von der Zusammensetzung der Lösung ab, die ihrerseits mit der Beschaffenheit der zu Gute gemachten Erze und nach den Umständen der Zugutemachung verschieden ist.

Der Eisenverbrauch beträgt im Durchschnitt 98,4 Proc. von dem Cementkupfer, oder, wenn man für dieses einen mittlern Gehalt von 50 Proc. reines Kupfer annimmt, 98,4 $\times$ 2 = 196,8 Proc. Eisen auf 100 raffinirtes Kupfer.

In der Praxis findet ein Ueberschuß des Eisenverbrauchs statt. Die Cementirflüssigkeit ist sauer. — Da das chemische Aequivalent des Kupfers 395,6 und das des Eisens 350 ist, so würden der Theorie nach 88,52 Eisen zur Fällung von 100 Kupfer erforderlich sein; weshalb also in der Praxis ein bedeutender Mehrverbrauch von Eisen statt findet. Dieser Umstand muß der sauren Beschaffenheit der Flüssigkeit, in welcher die Cementirung bewirkt wird, zugeschrieben werden. Nimmt man selbst an, daß das Eisen die Neutralisation der freien Schwefelsäure erst dann beginnt, nachdem das Kupfer vollständig ausgefällt worden ist, so ist es beim Betriebe dennoch unmöglich, diesen Augenblick mit hinreichender Genauigkeit aufzufassen, um die Lösung sogleich entfernen zu können.

Die sehr wahrnehmbare Entwickelung von Wasserstoffbläschen, die sich während und hauptsächlich am Schluß des Prozesses zeigt, ist ein Beweis, daß sich das Eisen oxydirt, um sich mit der freien Schwefelsäure zu verbinden.

Man ersieht hieraus, wie wichtig es ist, durch eine verlängerte Circulation der Lösungen in den Erzbottichen eine möglichst vollständige Sättigung der freien Säure, die sie enthalten, herbeizuführen.

Arbeiterpersonal bei den Cementkästen und bei der Sulfatisation. — Es sind bei der Cementation und bei der Sulfatisation im Ganzen vier Arbeiter beschäftigt, von denen jeder täglich 10 Sgr. Lohn erhält.

Elemente der Kosten der Sulfatisationsarbeit. — Faßt man die obigen Zahlen zusammen, so sehen wir, daß die wesentlichen Elemente der Ausgaben für die Sulfatisation und Cementation, mit Inbegriff der Blenderöstung, die folgenden sind:

In Beziehung auf die zu Gute gemachten Erze:

		Auf 1000 Pfd.	
Arbeitslöhne, Schichten		0,48	Schichten.
Eisen zur Cementation		88,22	Pfund.
Zur Röstung von 700 Pfd. Blende	Schichten	0,89	Schichten.
	Scheffel Steinkohlen	5,78	Scheffel.

In Beziehung auf das producirte Cementkupfer:

		Auf 100 Pfd.	
Arbeitslöhne		1,09	Schichten.
Eisen zur Cementation		206,54	Pfund.
Röstung von 1660 Pfd. Blende	Arbeitslohn, Schichten	2,09	Schichten.
	Fettkohle, Scheffel	13,45	Scheffel.

5) Das Auslaugen oder Auswaschen des Cementkupfers.

Ehe das Cementkupfer zum Schwarzkupferschmelzen gelangt, muß es einem Auslaugen unterworfen werden, welches den Zweck hat, die Kupferbruchstücke von Eisen und von einem Theil der andern Unreinigkeiten, die ihm beigemengt [illegible] befreien.

Einri[illegible] Dimensionen des Auslaugeapparates[illegible] wird zuvörderst auf einen Siebboden gebracht, [illegible]; die auf dem Siebe bleibenden Stücke wer-

den auf eine Bühne gezogen und dort mit der Hand geschieden; man separirt die Eisenstücke und befreit sie von dem sie bedeckenden Kupferniederschlag, worauf sie wieder in das Cementationsgefäß zurückgelangen. Die feinen Theilchen, welche durch das Sieb gegangen sind, werden in Schlammgräben verwaschen.

Dieselben, sechs an der Zahl, sind 8¼ Fuß lang, 26 Zoll breit und 18 Zoll tief; sie liegen horizontal und sind mit zwei Sümpfen von 2¾ Fuß im Quadrat Weite und 2¼ Fuß Tiefe versehen. Die abfließenden Wasser gelangen in einen Sumpf, in welchem sich das Trübe absetzt.

Das bei der Schlemmarbeit gewonnene Cementkupfer wird nach der Größe der Körner in Schuppen und in Sand getheilt, so daß mit den bei der Scheidung erfolgten Stücken drei Arten Cementkupfer vorhanden sind. Diese bei der Aufbereitung von selbst erfolgende Classificirung hat auf die weitere Zugutemachung keinen weiteren Einfluß, indem alle drei Classen mit einander verschmolzen werden.

Das Cementkupfer gelangt in mit Wasser angefüllte Kästen. — Das verwaschene Cementkupfer wird bis zu seiner weiteren Benutzung in mit Wasser angefüllten Kästen aufbewahrt, um die Oxydation der feinen Metalltheile bei der Berührung mit der Luft zu vermeiden.

Arbeitslöhne der Wäscharbeit. — Das Verwaschen des Cements erfordert monatlich 16 Arbeiterschichten à 10 Sgr., mit einer wöchentlichen Production von 11,000 Pfd. verwaschenem Cement. Es erfordern daher die 100 Pfd. gewaschenes Cementkupfer 0,145 Schichten.

6) Verschmelzung des Cementkupfers im Flammofen.

Verschmelzung des Cementkupfers in einem Swanseaer Schmelzofen. — Obgleich man jetzt in der Sterner Hütte alles auf dem nassen Wege dargestellte Cementkupfer mit den reichen geschwefelten Erzen in einem Schachtofen verschmilzt, so wird es doch von Interesse sein, hier den noch vor kurzer Zeit üblichen Schmelzprozeß mit dem Cementkupfer im Flammofen zu beschreiben. Es wird dadurch die Zugutemachung der armen Erze ohne Einfluß der reichen, vollendet; auch erhalten wir dadurch genaue Angaben über die Beschaffenheit und den Kupfergehalt des Cementkupfers.

Der zur Verschmelzung des Cementkupfers angewendete Flammofen gleicht gänzlich dem weiter oben bei den englischen Kupferhüttenprozessen beschriebenen Raffinirofen.

Die Herdsohle. — Die Herdsohle besteht aus einem innigen Gemenge von 12 Scheffeln calcinirtem Quarzsand, 6 Scheffeln altem Herd und 3 Scheffeln pulverisirten feuerfesten Ziegelsteinen.

Man trocknet das Cementkupfer ehe es in den Ofen gelangt. — Das gewaschene und aus dem Wasser herausgenommene Cementkupfer wird etwa zwei Stunden vor dem Chargiren auf die Platten gelegt, welche die Zugkanäle unter der Hüttensohle bedecken; durch dieses Trocknen wird ein Theil der Feuchtigkeit in dem Cement entfernt.

Größe der Charge und Dauer des Prozesses. — Man chargirt ohne Zuschlag 12—1400 Pfd. Cementkupfer auf den Herd feuert so lebhaft als möglich, indem man im Ofen oxydirende Ge meidet, weil durch dieselben ein Theil des Kupfers verschluckt werden

Die fremdartigen Substanzen, die wie wir gesehen haben, fast ausschließlich Eisenoxyd sind, verschlacken sich mit Hülfe der kieseligen Substanzen des Herdes, wobei sie aber eine gewisse Menge Kupfer aufnehmen. Wenn die Schmelzung vollendet ist, d. h. gewöhnlich nach einer sechs- bis achtstündigen Feuerung, so öffnet man den Abstich und läßt das Schwarzkupfer in einen Sumpf abfließen, aus welchem man es in Scheiben abhebt.

Die Schlacken werden durch die Arbeitsthür aus dem Ofen gezogen und es wird unmittelbar eine neue Charge gemacht.

Mittleres Ausbringen des Cementkupfers in Schwarzkupfer. — Man schmelzt im Durchschnitt in 24 Stunden 4500—5000 Pfd. Cementkupfer und stellt daraus 2,000 bis 2,300 Pfd. Schwarzkupfer dar, d. h. also 46 Proc.

Beschaffenheit der Schlacken. — Die Schlacken enthalten sehr viel Eisenoxyd; ihr Kupfergehalt beträgt im Durchschnitt 18 Proc. und sie kommen daher in die Beschickung des Verschmelzens reicher Erze im Schachtofen.

Das meiste Kupfer ist in der Schlacke in kleinen, mechanisch eingemengten, metallischen Theilen befindlich. Nur ein kleiner Theil ist als Oxyd mit der Schlacke verbunden und es rührt derselbe von den feinsten Cementtheilen her, die der Oxydation vor der Schmelzung nicht gänzlich entzogen werden konnten.

Verlust durch Wegführung durch den Luftstrom.

Er hat das Aufgeben dieses Prozesses veranlaßt. — Den Zug des Ofens veranlaßt ebenfalls den Verlust einer bedeutenden Kupfermenge, die in feinen Theilchen mit fortgerissen werden. Diese Ursache des Verlustes, welche durch Verdichtungskanäle nicht hinlänglich gehoben werden konnte, war der Grund, daß man die Zugutemachung des Cements in dem Flammofen aufgab und sie im Schachtofen bewirkte.

Steinkohlenverbrauch. — Es wurden in 24 Stunden 57 Scheffel, welche 5584 Pfd. wogen, an fetten Steinkohlen verbrannt.

Arbeiterpersonal. — Der Betrieb des Ofens wurde in der zwölfstündigen Schicht durch zwei Arbeiter bewirkt, d. h. also durch vier Arbeiter in 24 Stunden, von denen jeder 11 Sgr. Lohn erhält.

Wiederholung der Elemente der Ausgabe. — Die wesentlichen Elemente der Ausgabe bei der Verschmelzung des Cementkupfers sind daher folgende:

Im Verhältniß zu dem zu Gute gemachten Cementkupfer

	auf 100 Pfd.
Arbeitslöhne	0,083 Schichten.
Fette Steinkohle	116,56 Pfund.

Im Verhältniß zu dem gewonnenen Schwarzkupfer

Arbeitslöhne	0,180 Schichten.
Fette Steinkohle	253,4 Pfund.

Gaarmachen des Schwarzkupfers. — Das Gaarmachen des Schwarzkupfers im kleinen Herde. — Das Gaarmachen des Schwarzkupfers wird im kleinen Gaarherde ausgeführt, welcher weiter unten beschrieben werden soll, wenn wir von der Zugutemachung der reichen Erze auf dem trocknen Wege reden wer-

Menge, welche bei einem Prozeß verarbeitet wird. — Man macht auf einmal 200 Pfd. Schwarzkupfer gaar; der Prozeß dauert etwa 2½ Stunden. Es werden daher in 24 Stunden 1800 Pfd. Schwarzkupfer gaar gemacht.

Ausbringen an Rosettenkupfer. — Gehalt der Gaarkrätze. — Man erhält das Gaarkupfer in Rosetten und es fällt dabei Gaarkrätze im Durchschnitt mit 15 Proc. Kupfergehalt, welches in die Beschickung zum Verschmelzen reicher Erze im Schachtofen zurückkommt.

Das mittlere Ausbringen beträgt 1566 Pfd. Rosettenkupfer auf 1800 Pfd. in 24 Stunden verarbeiteten Cementkupfer, d. h. 87 Proc.

Windpressung. — Diese beträgt 8 Zoll der Wassersäule.

Angewendete Brennmaterialien und verbrauchte Mengen derselben. — Man benutzt Holzkohlen und Kokes als Brennmaterial und verbraucht im Durchschnitt 0,88 Scheffel Holzkohle und 102,4 Pfd. Kokes.

Arbeiterpersonal beim Gaarmachen. — Ein Gaarherd wird in der zwölfstündigen Schicht von einem Gaarmacher und einem Gehülfen bedient, von denen jeder 12 Sgr. verdient; es sind daher vier Arbeiter in 24 Stunden erforderlich.

Uebersicht der Ausgabeelemente beim Gaarmachen. — Nach den obigen Zahlen sind die wesentlichen Elemente der Ausgaben beim Gaarmachen des Schwarzkupfers folgende:

Im Verhältniß auf das gaar gemachte Schwarzkupfer

	auf 100 Pfd.
Arbeitslöhne	0,22 Schichten.
Holzkohlen	0,44 Scheffel.
Kokes	51,2 Pfund.

Im Verhältniß auf das dargestellte Gaarkupfer

	auf 100 Pfd.
Arbeitslöhne	0,25 Schichten.
Holzkohlen	0,50 Scheffel.
Kokes	58,8 Pfund.

B. Zugutemachung der oxydirten Erze.

α. Behandlung mit Chlorwasserstoffsäure.

Die mit Hülfe der Chlorwasserstoffsäure zu Gute gemachten Erze kommen von den alten Halden der Grube Virneberg, so wie von den ausgehenden des Ganges auf den diese Grube baut, der durch Tagebaue gewonnen wird.

Einrichtung der Hütte, in welcher mit Chlorwasserstoffsäure gearbeitet wird. — Die Hütte, in welcher die alten Haldenvorräthe verarbeitet werden, liegt auf der Halde der Grube Virneberg, ist 55 Fuß lang und 37 Fuß breit. — Fig. 10, Taf. IV ist ein Grundriß von der Hütte, wodurch das Gesagte vollständig erläutert wird.

Die Apparate sind in zwei Sohlen gebracht, von denen die eine 5 Fuß über der andern liegt. Auf der obern Sohle befinden sich:

Zehn Kästen von 26 Fuß Länge auf 6 Fuß Breite und 4 Fuß Tiefe; sie dienen zur Auflösung der Erze. Auf der untern Sohle befinden sich zehn Kästen, nämlich:

1, 2 und 3 von	12 Fuß Länge,	$7\frac{1}{2}$ Fuß Breite und	4 Fuß Tiefe.
4 =	12 = =	6 = = =	4 = =
5 =	12 = =	12 = = =	4 = =
6 und 7 =	12 = =	12 = = =	4 = =
8 =	15 = =	10 = = =	8 = =
9 und 10 =	15 = =	10 = = =	4 = =

Die Kästen Nr. 1, 2 und 3 dienen zur Fällung des Kupfers, der Kasten Nr. 4 zur Bewegung der Flüssigkeiten, der Kasten Nr. 5 zur Vermischung der Lösung, die Kästen Nr. 6 und 7 zum Sammeln und Klären der Lauge, der Kasten Nr. 8 zur Aufnahme der Flüssigkeiten nach der Cementation. Die Kästen Nr. 9 und 10 zur Cementation der Lauge. Alle Kästen bestehen aus starken tannenen Bretern, welche durch Leisten aus Eichenholz mit einander verbunden sind. Man hat sie mit großer Vorsicht auf einer Sohle von Letten vorgerichtet, den man auch zwischen den Kästen eingestampft hat. Man erlangt auf diese Weise eine hinlängliche Tüchtigkeit.

Die Erz- und die Cementationskästen sind mit einem doppelten Boden, der 6 Zoll über dem untern liegt, versehen.

Längs der langen Seiten der obern Sohle sind zwei Rinnen angebracht; die eine derselben dient zur Vertheilung der klaren Wasser, die andere zur Vertheilung der Flüssigkeiten, welche durch eine außerhalb der Kästen angebrachte Pumpe von der untern Sohle gehoben worden sind, in die Erzkästen und nach den Bedürfnissen des Betriebes.

Jeder Erzkasten ist mit einer Entleerungsröhre versehen, die in der Ebene des doppelten Bodens durch die Mauer der obern Sohle geht. Diese Röhre ist mit zwei Auslaßöffnungen versehen, von denen die eine das directe Ablassen der Flüssigkeit in den entsprechenden Kasten der untern Sohle und die andere in eine horizontale Rinne ausgießt, welche die untere Sohle verlängert und es gestattet, daß die Lösungen aus den Erzkästen, je nach den Betriebsverhältnissen in irgend einen der untern Kästen abgelassen werden können.

Die Uebertragung der Flüssigkeiten zwischen den Kästen der untern und denen der obern Sohle wird mittelst hölzerner Pumpen bewirkt.

Die Erze erleiden keine mechanische Aufbereitung. — Die Erze gelangen in die Hütte, so wie sie gefördert worden sind, d. h. ohne geschieden oder aufbereitet worden zu sein. Jeder Kasten nimmt 50 bis 60 Ctr. auf.

Die Leitung der Arbeit. — Man leitet zuvörderst in den Kasten eine halbgesättigte Lösung, die von der Arbeit eines andern Kastens herkommt, und leitet sie in solcher Menge ein, daß das Erz bedeckt wird, indem es die Kästen bis etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll von dem Rande anfüllt.

Das Füllen des Kastens mit Erz und die Einführung der Säure nimmt den ersten Betriebstag ein.

Man läßt die Säure in der Flüssigkeit fast 24 Stunden lang wirken und läßt sie alsdann in den Kasten Nr. 4 ablaufen, aus welchem man sie wiederum auf das Erz zurückpumpt; man wiederholt diese Arbeit viermal in vier Tagen. Am achten Tage ist die Säure gesättigt, das Areometer bleibt fest und giebt 5—6° B. an; man läßt alsdann die Lösung in einen von dem Cementationskasten ablaufen.

Das Erz ist aber noch nicht ganz kupferfrei und man füllt daher den Kasten mit frischer verdünnter Säure von $1\frac{1}{2}$° B. an.

Den nächsten Morgen läßt man die Solution der Sohle auf den Kasten Nr. 4 ablaufen, und pumpt sie auf das Erz zurück. Man wiederholt diese Arbeit dreimal, am sechsten, siebenten und achten Tage.

Am neunten Tage hört die Flüssigkeit auf dichter zu werden und das Erz ist vollständig ausgelaugt. Man läßt die Lösung abfließen, welche noch ein starkes Verhältniß von freier Säure enthält und daher auf einen Kasten zurückgeführt wird, der frische Erze enthält. Das ausgelaugte Erz des ersten Kastens wird mit klarem Wasser ausgewaschen, wodurch die letzten Theile der Solution abgewaschen werden. Das Waschwasser fließt in die Kästen Nr. 6 und 7 ab, indem sie sich abklären und alsdann in den Kästen Nr. 9 und 10 der Cementation unterworfen werden.

Der zehnte Tag wird zum Herausnehmen der ausgelaugten Erze verwendet und am folgenden Tage eine neue Arbeit begonnen.

Die vollständige Zugutemachung dauert zehn Tage. — Kurz, die vollständige Zugutemachung der Erze mit Chlorwasserstoffsäure erfordert eine zehntägige Arbeit, nämlich: erster Tag, Füllung des Kastens mit frischem Erz und mit einer theilweis gesättigten Flüssigkeit. Zweiten, dritten und vierten Tag, Circulation der Flüssigkeit auf dem Erz.

Fünften Tag, der gesättigter Lösung in dem Cementationskasten und Einleitung frischer Säure in den Erzkasten; sechster, siebenter und achter Tag, Circulation der Flüssigkeit auf dem Erz.

Neunter Tag, Abfluß der zum Theil gesättigten Flüssigkeit und Zurückführung auf einen andern Kasten mit frischem Erz. Auslaugen oder Auswaschen des Erzes.

Zehnter Tag, Ausstechen des ausgelaugten Erzes.

Man bringt frische saure Flüssigkeiten mit zum Theil ausgelaugten Erzen und umgekehrt, in Berührung. — Der bei der Arbeit angenommene Gang bringt frische Erze mit schon geschwächten Flüssigkeiten und zum Theil schon ausgelaugte Erze mit frischen sauren Flüssigkeiten in Verbindung. Dadurch gelangen einerseits die Erze in die besten Verhältnisse, um ihren Kupfergehalt vollständig zu verlieren und die sauren Flüssigkeiten so viel als möglich gesättigt zu werden. Wenn man frische Erze mit einander in Berührung bringen wollte, so würde man wegen der veränderlichen Beschaffenheit der Erze den Moment der Sättigung der Säure oder der Auslaugung des Erzes nicht genau bestimmen können, weil die eine von den beiden Ursachen hinreichen würde, das Areometer auf einem Standpunct zu lassen. Durch die angenommene Einrichtung der Arbeit vermeidet man jede Unsicherheit in dieser Beziehung.

Die wiederholte Bewegung der auf die Erze geführten Flüssigkeiten begünstigt die lösende Einwirkung der Säuren ganz besonders und sucht ihren Sättigungsgrad zu erhöhen.

Da ein vollständiger Prozeß zehn Tage dauert, so richtet man die Arbeit in einem jeden von den zehn Erzkästen so vor, daß dieselben Prozesse von einem Kasten auf den andern, von einem zu einen andern Tage folgen. Auf diese Weise hat das Arbeiterpersonal für jeden Tag für gesammte Kästen die sämmtlichen Prozesse der vollständigen Arbeit auszuführen und es ist daher der Betrieb ein vollkommener regelmäßiger. Täglich wird ein Kasten gefüllt und täglich gelangt eine gesättigte Lösung zur Cementation. Durchschnittlich verarbeitet man 22 Kästen monatlich, da die Sonn- und Festtage ausfallen.

Die Cementation des Kupfers. — **Die Cementation der Chlorürlösungen wird auf dieselbe Weise ausgeführt, wie die der Kupfersulfatlösungen mittelst des Eisens.**

$$CuCl + Fe = Cu + FeCl.$$

Auf dem Boden des Cementationskastens oder in Körben aus Weidenruthen, die in die Flüssigkeit eingehängt werden, bringt man Eisen so viel als möglich als Blechabschnitzel.

Die kupferige Lösung enthält wie bei der Behandlung mit Schwefelsäure, einen Ueberschuß an freier Säure, die durch das Erz nicht gesättigt werden konnte, oder die auf Kosten des Eisens während der Cementation gesättigt worden ist.

Eisenverbrauch. — Der Eisenverbrauch zur Fällung beträgt im Durchschnitt 72 Proc. von dem dargestellten Cementkupfer. An Chlorwasserstoffsäure werden 443 Proc. zu 20 Grad von dem Cement erfordert.

Das Arbeiterpersonal in jeder Cementationshütte beträgt 14 Mann.

Monatlich zu Gute gemachtes Quantum. — Erhaltene Producte. — Im Durchschnitt werden monatlich in jeder Hütte 11,000 Ctr. Erze verarbeitet, woraus 60 Ctr. Cementkupfer dargestellt werden, d. h. also 0,54 Proc. von dem zu Gute gemachten Erz.

Elemente der Ausgaben. — Die wesentlichen Elemente der Kosten bei der Zugutemachung mit Chlorwasserstoffsäure sind in Beziehung auf das dargestellte Cementkupfer folgende:

Arbeitslöhne	5,13	Schichten.
Chlorwasserstoffsäure von 20° B. . .	443	Pfund.
Eisen zur Cementation	72	„

Weitere Behandlung des Cementkupfers. — Das gewonnene Cementkupfer gelangt nach der Sterner Hütte, wo man es auf dieselbe Weise verarbeitet, wie das von der Sulfatisation hervorgehende. Das Ausbringen in Gaarkupfer beträgt im Durchschnitt 50 Proc. Das mittlere Ausbringen des zu Gute gemachten Erzes in Gaarkupfer beträgt daher 0,27 Proc.

Metallverlust. — Die nach der Behandlung mit Chlorwasserstoffsäure weggestürzten Materialien enthalten noch $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{10}$ Kupfer, das ohne Zweifel der geringen Löslichkeit des phosphorsauren Kupfers, welches in einer geringen Menge in dem Erz vorkommt, in einer so schwachen Säure zugeschrieben werden muß.

Die Cementflüssigkeit wird dazu benutzt, um auf das Erz zu reagiren. — Die Mutterlauge von der Kupfercementation, welches eine bedeutende Menge von Eisenchlorür enthalten, werden eine Zeit lang in dem Behälter sich selbst überlassen. Nach einiger Zeit bildet sich ein Präcipitat von unlöslichem, basischen Eisenchlorid und die Flüssigkeit enthält ein Gemisch von Eisenchlorür und Eisenchlorid, welches zum Auslaugen der Erze und zur Bedünnung der reinen Säuren benutzt wird. Man benutzt auf diese Weise einen Theil von der freien Säure, welche es enthält, so wie auch das Chlor des Eisenchlorids, welches durch seine Reaction auf das kohlensaure Kupfer, Kupferchlorür bildet.

$$Fe^2Cl^3 + 3CuOCO^2 + HO = 3CuCl + Fe^2O^3HO + 3CO^2.$$

Es wird eisenhaltiges Hydrat gefällt und bleibt in dem Kasten zurück, aus welchem man es mit dem ausgelaugten Erz aussticht, während die Kohlensäure entweicht.

Diese wiederholte Benutzung der Flüssigkeiten hat auch den Vortheil, das Volum der Lösungen des Eisenchlorürs zu vermindern, welche nicht benutzt werden können und daher weggestürzt werden müssen.

Vergleichung der Zugutemachung durch Chlorwasserstoffsäure und Schwefelsäure. — Die Vortheile der Verarbeitung durch Chlorwasserstoffsäure gegen die durch Schwefelsäure, sind folgende:

Die vollständige Unabhängigkeit der Zugutemachung armer Kupfererze von der anderer geschwefelter Erze.

Die Einfachheit und die geringen Anlagekosten der erforderlichen Apparate.

Endlich der Umstand, daß zur Cementkupferbildung kein Brennmaterial erforderlich ist, indem alle Reactionen in der gewöhnlichen Temperatur erfolgen, welches unter gewissen localen Verhältnissen eine große Wichtigkeit haben kann.

Wesentliche Bedingung zur Ausführung dieses Prozesses sind benachbarte Salzsäurefabriken; die Sodafabriken der Rheinprovinz liefern diese Salzsäure von 20° B. zum Preise von 10 bis 16 Sgr. die 100 Pfd. in der Fabrik.

Andrerseits hat die Schwefelsäure den Vortheil, ein weit kräftigeres Lösungsmittel für die weit weniger kupferhaltigen Substanzen zu sein. Es gehören hauptsächlich die durch die Röstung geschwefelter Erze erfolgten Oxyde dahin, die in der gewöhnlichen Temperatur von Chlorwasserstoffsäure nicht vollständig angegriffen werden können.

Endlich giebt die Arbeit durch Sulfatisation Veranlassung zu einem Nebenproduct, den Eisenvitriol, dessen Werth bedeutend genug ist, wenn die Handelsverhältnisse ihm den gehörigen Absatz verschaffen können.

β. Zugutemachung der Mutterlaugen von der Eisenvitriolfabrikation.

Einrichtung der Hütte zur Zugutemachung der Mutterlaugen. — Diese Abtheilung der Sterner Hütte, in welcher die armen oxydirten Erze durch die Mutterlaugen der Krystallisation des Vitriols verarbeitet werden, hat in ihrer Gesammtheit dieselbe Einrichtung, wie die Hütte zur Chlorwasserstoffsäurearbeit. (Fig. 10, Taf. IV.)

Die obere Sohle enthält fünf Erzkästen von 18 Fuß Länge, 5 Fuß Breite und 4 Fuß Tiefe, welche mit einem doppelten Boden von 6 Zoll Höhe versehen sind. Diese Gefäße haben dieselbe Construction aus Tannenbretern, wie die übrigen bereits beschriebenen.

Die untere Sohle enthält sieben Gefäße, nämlich:

Eins zur Aufnahme der Mutterlauge, die von der Vitriolkrystallisation herbeigeführt wird.

Eins zur Vermischung der Mutterlauge mit der kupferhaltigen Lauge.

Eins zur Aufnahme der halbgesättigten Lösungen.

Eins zur Aufnahme der kupferhaltigen Lauge.

Zwei zur Cementation.

Eins zur Aufnahme der vitriolischen Flüssigkeit nach der Cementation.

Die Bewegung der Flüssigkeiten wird auf dieselbe Weise durch Rinnen und Pumpen bewirkt, wie bei der Arbeit mit Chlorwasserstoffsäure.

Die Cementation des Kupfers. — Die Cementation der Chlorürlösungen wird auf dieselbe Weise ausgeführt, wie die der Kupfersulfatlösungen mittelst des Eisens.

$$CuCl + Fe = Cu + FeCl.$$

Auf dem Boden des Cementationskastens oder in Körben aus Weidenruthen, die in die Flüssigkeit eingehängt werden, bringt man Eisen so viel als möglich als Blechabschnitzel.

Die kupferige Lösung enthält wie bei der Behandlung mit Schwefelsäure, einen Ueberschuß an freier Säure, die durch das Erz nicht gesättigt werden konnte, oder die auf Kosten des Eisens während der Cementation gesättigt worden ist.

Eisenverbrauch. — Der Eisenverbrauch zur Fällung beträgt im Durchschnitt 72 Proc. von dem dargestellten Cementkupfer. An Chlorwasserstoffsäure werden 443 Proc. zu 20 Grad von dem Cement erfordert.

Das Arbeiterpersonal in jeder Cementationshütte beträgt 14 Mann.

Monatlich zu Gute gemachtes Quantum. — Erhaltene Producte. — Im Durchschnitt werden monatlich in jeder Hütte 11,000 Ctr. Erze verarbeitet, woraus 60 Ctr. Cementkupfer dargestellt werden, d. h. also 0,54 Proc. von dem zu Gute gemachten Erz.

Elemente der Ausgaben. — Die wesentlichen Elemente der Kosten bei der Zugutemachung mit Chlorwasserstoffsäure sind in Beziehung auf das dargestellte Cementkupfer folgende:

Arbeitslöhne	5,13	Schichten.
Chlorwasserstoffsäure von 20° B. . .	443	Pfund.
Eisen zur Cementation	72	„

Weitere Behandlung des Cementkupfers. — Das gewonnene Cementkupfer gelangt nach der Sterner Hütte, wo man es auf dieselbe Weise verarbeitet, wie das von der Sulfatisation hervorgehende. Das Ausbringen in Gaarkupfer beträgt im Durchschnitt 50 Proc. Das mittlere Ausbringen des zu Gute gemachten Erzes in Gaarkupfer beträgt daher 0,27 Proc.

Metallverlust. — Die nach der Behandlung mit Chlorwasserstoffsäure weggestürzten Materialien enthalten noch $\frac{1}{9}$ bis $\frac{1}{10}$ Kupfer, das ohne Zweifel der geringen Löslichkeit des phosphorsauren Kupfers, welches in einer geringen Menge in dem Erz vorkommt, in einer so schwachen Säure zugeschrieben werden muß.

Die Cementflüssigkeit wird dazu benutzt, um auf das Erz zu reagiren. — Die Mutterlauge von der Kupfercementation, welches eine bedeutende Menge von Eisenchlorür enthalten, werden eine Zeit lang in dem Behälter sich selbst überlassen. Nach einiger Zeit bildet sich ein Präcipitat von unlöslichem, basischen Eisenchlorid und die Flüssigkeit enthält ein Gemisch von Eisenchlorür und Eisenchlorid, welches zum Auslaugen der Erze und zur Verdünnung der reinen Säuren benutzt wird. Man benutzt auf diese Weise einen Theil von der freien Säure, welche es enthält, so wie auch das Chlor des Eisenchlorids, welches durch seine Reaction auf das kohlensaure Kupfer, Kupferchlorür bildet.

$$Fe^2Cl^3 + 3CuOCO^2 \quad 3CuCl + Fe^2O^3HO + 3CO^2.$$

Es wird eisenhaltiges Hydrat gefällt und bleibt in dem Kasten zurück, aus welchem man es mit dem ausgelaugten Erz aussticht, während die Kohlensäure entweicht.

Diese wiederholte Benutzung der Flüssigkeiten hat auch den Vortheil, das Volum der Lösungen des Eisenchlorürs zu vermindern, welche nicht benutzt werden können und daher weggestürzt werden müssen.

Vergleichung der Zugutemachung durch Chlorwasserstoffsäure und Schwefelsäure. — Die Vortheile der Verarbeitung durch Chlorwasserstoffsäure gegen die durch Schwefelsäure, sind folgende:

Die vollständige Unabhängigkeit der Zugutemachung armer Kupfererze von der anderer geschwefelter Erze.

Die Einfachheit und die geringen Anlagekosten der erforderlichen Apparate.

Endlich der Umstand, daß zur Cementkupferbildung kein Brennmaterial erforderlich ist, indem alle Reactionen in der gewöhnlichen Temperatur erfolgen, welches unter gewissen localen Verhältnissen eine große Wichtigkeit haben kann.

Wesentliche Bedingung zur Ausführung dieses Prozesses sind benachbarte Salzsäurefabriken; die Sodafabriken der Rheinprovinz liefern diese Salzsäure von 20° B. zum Preise von 10 bis 16 Sgr. die 100 Pfd. in der Fabrik.

Andrerseits hat die Schwefelsäure den Vortheil, ein weit kräftigeres Lösungsmittel für die weit weniger kupferhaltigen Substanzen zu sein. Es gehören hauptsächlich die durch die Röstung geschwefelter Erze erfolgten Oxyde dahin, die in der gewöhnlichen Temperatur von Chlorwasserstoffsäure nicht vollständig angegriffen werden können.

Endlich giebt die Arbeit durch Sulfatisation Veranlassung zu einem Nebenproduct, den Eisenvitriol, dessen Werth bedeutend genug ist, wenn die Handelsverhältnisse ihm den gehörigen Absatz verschaffen können.

β. Zugutemachung der Mutterlaugen von der Eisenvitriolfabrikation.

Einrichtung der Hütte zur Zugutemachung der Mutterlaugen. — Diese Abtheilung der Sterner Hütte, in welcher die armen oxydirten Erze durch die Mutterlaugen der Krystallisation des Vitriols verarbeitet werden, hat in ihrer Gesammtheit dieselbe Einrichtung, wie die Hütte zur Chlorwasserstoffsäurearbeit. (Fig. 10, Taf. IV.)

Die obere Sohle enthält fünf Erzkästen von 18 Fuß Länge, 5 Fuß Breite und 4 Fuß Tiefe, welche mit einem doppelten Boden von 6 Zoll Höhe versehen sind. Diese Gefäße haben dieselbe Construction aus Tannenbretern, wie die übrigen bereits beschriebenen.

Die untere Sohle enthält sieben Gefäße, nämlich:

Eins zur Aufnahme der Mutterlauge, die von der Vitriolkrystallisation herbeigeführt wird.

Eins zur Vermischung der Mutterlauge mit der kupferhaltigen Lauge.

Eins zur Aufnahme der halbgesättigten Lösungen.

Eins zur Aufnahme der kupferhaltigen Lauge.

Zwei zur Cementation.

Eins zur Aufnahme der vitriolischen Flüssigkeit nach der Cementation.

Die Bewegung der Flüssigkeiten wird auf dieselbe Weise durch Rinnen und Pumpen bewirkt, wie bei der Arbeit mit Chlorwasserstoffsäure.

man ungefähr 3 Pfd. magere Steinkohle zu der Beschickung der Muffeln, um die während der Röstung gebildeten Sulfate zu zersetzen.

Die Arbeiten waren verwickelt, der Kohlenverbrauch außerordentlich, da er 113 Proc. von dem Erz betrug, kurz, die Röstkosten wären sehr hoch, ohne daß der Grad der Vollkommenheit der erlangten Resultate die hohen Kosten ausglich.

Es wurde daher dieses Verfahren aufgegeben und Flammöfen dafür angewendet.

Es ist dieser Röstofen mit doppelter Sohle in den Figg. 4—9, Taf. IV dargestellt.

Fig. 4 ist eine Ansicht von der Seite der Arbeitsthüren.
Fig. 5, ein senkrechter Durchschnitt nach der Längenachse des Ofens.
Fig. 6, ein Querdurchschnitt nach der Linie AB, Fig. 5.
Fig. 7, ein Querdurchschnitt nach der Linie CD, Fig. 5.
Fig. 8, ein horizontaler Durchschnitt in der Ebene der untern Sohle.
Fig. 9, ein horizontaler Durchschnitt in der Ebene der obern Sohle.

Der jetzt in Betrieb stehende Apparat ist ein Doppelofen mit doppelter Sohle, oder vielmehr es sind zwei Oefen an einander gebaut, von denen jeder einen Flammofen mit zwei auf einander liegenden Sohlen bildet und dessen Hauptdimensionen die folgenden sind:

		Fuß	Zoll
Länge des Rostes		6	4
Breite desselben		2	—
Länge der unteren Herdsohle		12	10
Breite derselben		7	6
Höhe der Feuerbrücke über der untern Sohle		1	4
Entfernung der untern Sohle von dem Schluß des Gewölbes	an der Brücke	2	—
	am Fuchs	1	7
Länge der obern Herdsohle		15	4
Breite derselben		7	6
Entfernung der oberen Sohle von dem Schluß des Gewölbes		1	5

Der Fuchs, durch den die Gase zwischen der untern und obern Sohle strömen, geht durch die ganze Breite der Sohle und ist selbst 5 Zoll weit.

Die Erze werden der Röstung in zweckmäßigsten Stücken unterworfen, d. h. etwa von der Größe einer Bohne bei den reichen Erzen.

Wenn ein Röstprozeß beendigt ist, so entleert man die untere Sohle von dem gerösteten Erz, welches sie enthält und läßt durch die Oeffnungen (a, a, a, Fig. 9), welche in dem mittlern Gewölbe angebracht sind, die auf der obern Sohle bis zu einem gewissen Grade gerösteten Erze auf die untere Sohle fallen und chargirt die obere Sohle mit rohem Erz. Die zu röstenden Erze werden auf den Sohlen so gleichförmig als möglich ausgebreitet und man rührt sie von Zeit zu Zeit mit einem Haken um, den man durch die verschiedenen Arbeitsthüren, von denen jeder Ofen drei hat eingeführt werden.

Wenn man Erze von mittlern Gehalt, d. h. von 4 Proc. röstet, so erhält man die Temperatur auf der untern Sohle in einer lebhaften Rothglühhitze; röstet man aber reiche Erze und Kupferstein, so wird diese Temperatur lange Zeit in einer dunklen Rothglühhitze erhalten und es wird gegen Ende des Prozesses eine gewisse Menge von Holzkohlen klein zugeschla-

gen und die Temperatur möglichst erhöht, um die Sulfate so viel als thunlich zersetzen zu können.

Bei weniger reichen Erzen, die zur Verarbeitung auf dem nassen Wege kommen, gewinnt man dagegen bei den folgenden Prozessen durch die Menge des durch die Röstung erzeugten Sulfats.

Die Höhe des Gewölbes über der Herdsohle und die vielen Thüren, wodurch Luft einströmen kann, begünstigen eine schnelle Oxydation der zur Röstung kommenden Erze. Die Dauer des Prozesses ist aber nach der Beschaffenheit der zu bearbeitenden Erze verschieden. Bei Erzen von mittlerem Gehalt für die Zugutemachung auf dem nassen Wege, wird die Röstung durchschnittlich in acht Stunden vollendet; bei reichen Erzen und Stein aber muß sie langsamer geführt werden und dauert zuweilen 16 Stunden.

Der Steinkohlenverbrauch beträgt etwa 24 Scheffel in 24 Stunden.

Die Arbeiten bei den Oefen werden von drei Arbeitern besorgt.

Die Röstkosten in diesem Flammofen betragen im Durchschnitt 1 Sgr. 8,5 Pf. auf die 100 Pfd. Erze, d. h. etwa 20 Proc. von den Kosten, welche der Gefäßeofen veranlaßte.

Die Einführung dieses neuen Röstverfahrens ist daher eine wichtige Verbesserung der Sterner Hütte gewesen und die damit erlangten Resultate bestätigen die allgemein anerkannten Vortheile der Flammöfen mit langen Sohlen zur Röstung geschwefelter Erze.

2) Schmelzen im Krummofen.

Einrichtungen und Dimensionen der Krummöfen. — Die Hauptdimensionen des Krummofens, in welchem die Reduction der gerösteten Erze bewirkt wird, sind:

Höhe des Schachtes über der Form . . .	4 Fuß	—	Zoll.
Entfernung der Form vom Boden des Schachtes	3 „	—	„
Breite der Mauer an der Brust	— „	22	„
Breite derselben an der Form	— „	26	„
Entfernung der Formwand von der Brust .	— „	30	„

Der Ofen ist aus Thonschiefer aus den Umgebungen der Hütte aufgeführt.

Unter der Form besteht der Tiegel aus Gestübbe. Der Ofen ist ein Brillenofen, d. h. er hat außerhalb des Ofens zwei Spurtiegel zur Aufnahme der geschmolzenen Substanzen.

Der erforderliche Wind wird durch ein Cylindergebläse geliefert und sein gewöhnlicher Druck beträgt 8 Zoll der Wassersäule.

Veränderliche Zusammensetzung der Beschickung; sie muß eine basische Schlacke liefern. — Die Zusammensetzung der Beschickung ist eben so veränderlich, als die Beschaffenheit der zu Gute gemachten Materialien. In allen Fällen muß sie eine solche Zusammensetzung haben, um die erforderlichen Elemente zu der Bildung eines leichtflüssigen basischen Silicats gewähren zu können, welches sich z. B. der Formel $\dot{R}^3 \ddot{S}i$ nähert. Die geringe Höhe des Ofens und der Vorherd, wodurch die Temperatur in dem Ofen sehr vermindert wird, machen eine in einer geringen Temperatur gebildeten Schlacke zur nothwendigen Bedingung.

Außerdem würde bei der fast vollständigen Oxydation, in welcher sich die kupferhaltigen Substanzen befinden, gefürchtet werden müssen, daß eine mehr saure Schlacke eine bedeutende Menge von dem Metall verschlacken würde.

Verschiedene Beispiele von Beschickungen. — In dem einfachsten Falle, wenn man nur reiche Erze mit quarziger Gangart von Virneberg zu Gute zu machen hat, bildet man die zu verschmelzende Beschickung wie folgt:

aus 30 geröstetem Erz, aus 8 Eisenfrisch-Schlacken und 8 Kalkstein.

Gewöhnlich wird aber eine viel verwickeltere Beschickung der kupferhaltigen Materialien zu Gute gemacht. Wir wollen hier zwei Beispiele von sehr verschiedenen Beschickungen mittheilen:

		Beschickung Nr. 1.	Beschickung Nr. 2.
Metallhaltige Substanzen.	Geröstete Erze	8,900 Pfd.	4000 Pfd.
	Gaarkrätz	150,000 „	4000 „
	Schlacken von Verschmelzen des Cements . . .	8,800 „	4000 „
	Gerösteter Stein . . .		3470 „
Flußmittel.	Eisenfrischschlacken . . .	5,400 „	4280 „
	Kalkstein	2,750 „	5500 „

Dauer der Campagne. — Die gewöhnliche Dauer der Campagne beträgt neun bis zehn Tage; nach dieser Zeit hat sich die Gestalt des Schachtes so verändert, daß man ausblasen muß. Die Bildung von Eisensauen, welche sich häufig bei der Halbhohofenarbeit ohne Vorherd zeigt, und Unterbrechung der Campagnen veranlaßt, ist auf der Sterner Hütte nicht mehr möglich, weil die Temperatur des Krummofens nicht hoch genug ist, um die Reduction der Eisenoxyde zu bewirken.

Zu Gute gemachte Erze und erlangte Resultate. — Die einen und die andern sind sehr veränderlich. — Die in 24 Stunden durchgesetzten Schmelzmassen, so wie die erlangten Resultate sind nach der Zusammensetzung der Beschickung sehr verschieden. So ergab die weiter oben angegebene Beschickung Nr. 1 in zehn Tagen 5,400 Pfund, die Beschickung Nr. 2 dagegen in neun Tagen 7,360 Pfund Schwarzkupfer. Im ersteren Fall hat man in 24 Stunden 16770 Pfund metallhaltige Substanzen zu Gute gemacht und hat 540 Pfund Schwarzkupfer dargestellt, während man im zweiten Fall täglich 15,470 Pfd. zu Gute gemacht und 736 Pfd. Schwarzkupfer gewonnen hat.

Wenn man die reichen Erze von Virneberg für sich zu Gute macht, so verschmelzt man durchschnittlich in 24 Stunden 30 Ctr. geröstetes Erz.

Mittlere Production an Schwarzkupfer. — Die mittlere Production an Schwarzkupfer beträgt 35,5 Proc. von dem zu Gute gemachten rohen Erz; allein diese Zahl repräsentirt das directe Ausbringen der Erze nicht, sondern nur das der Beschickung, bei welcher reiche Schlacken zugeschlagen worden sind.

Kokesverbrauch. — Der Kokesverbrauch bleibt übrigens ziemlich constant 16—17 Ctr. in 24 Stunden, d. h. durchschnittlich 82,09 Proc. von dem zu Gute gemachten rohen Erz.

Arbeiterpersonal. — Außer einen Schmelzmeister, der die Arbeit in [illegible] leiten muß, sind sechs Arbeiter erforderlich, von [illegible] ausführt.

3) Das Gaarmachen im kleinen Herde.

Gewöhnliche Einrichtung des kleinen Herdes. — Zum Gaarmachen des Schwarzkupfers wird ein kleiner deutscher Gaarherd angewendet. Die Arbeit ist dieselbe wie in den meisten andern Hütten, wo man diesen Herd anwendet.

Die Führung des Betriebs; er bietet nichts Eigenthümliches dar. — Nachdem der Herd mit Gestübbe hergestellt ist, trocknet man ihn ab, füllt ihn mit Holzkohlen und Kokes und setzt 2 Ctr. Schwarzkupfer darauf, welches man mit Kokes bedeckt. Man giebt Wind mit 8 Zoll Wasserdruck.

Das Schwarzkupfer schmelzt sehr bald nieder und sammelt sich auf dem Boden des Herdes, wo man es der oxydirenden Einwirkung des Gebläsewindes aussetzt. Die fremdartigen Metalle oxydiren sich sowohl durch die directe Einwirkung des Windes, als auch durch die Reaction des Kupferoxyduls; es bildet sich auf Kosten der Materialien des Gestübbes und der Asche in den Brennmaterialien eine sehr kupferreiche Schlacke.

Wenn der Arbeiter in Folge der gewonnenen Probe findet, daß das Kupfer hinlänglich rein ist, so stellt er den Wind ab und zieht das Brennmaterial, so wie auch die Schlacken von dem Metall. Darauf gießt er Wasser auf die Oberfläche des flüssigen Metalls, um die Erstarrung von dessen Oberfläche zu befördern, worauf er eine Scheibe oder Rosette abhebt. Diese Arbeit wird so lange wiederholt, bis alles Kupfer erstarrt ist.

Durchschnittliches Ausbringen von Gaarkupfer. — Das mittlere Ausbringen von Gaarkupfer aus dem Schwarzkupfer beträgt 70 Proc. Das in der Sterner Hütte gewonnene Gaarkupfer ist von sehr guter Beschaffenheit.

Obgleich das Gaarmachen eine sehr einfache Arbeit ist, so erfordert es doch einen sehr geübten Schmelzer, der die verschiedenen empirischen Kennzeichen des Moments, in welchem die Oxydation unterbrochen und das Kupfer in Scheiben zerrissen werden muß, genau zu bestimmen weiß.

Verarbeitete Menge. — Ein Gaarmachprozeß dauert im Durchschnitt 2½ Stunden, so daß man in 24 Stunden gewöhnlich 18 Ctr. Schwarzkupfer gaar machen kann.

Das Arbeiterpersonal bei dem Gaarmachen und der Brennmaterialverbrauch. — Zu 100 Pfund gaar zu machendes Schwarzkupfer verbraucht man 235 Scheffel Kokes und 0,78 Scheffel Holzkohlen.

Der Gaarherd wird von einem Meister und seinem Gehülfen bedient.

D. Nebenfabrikation.

α. Eisenvitriol.

1) Concentration der vitriolischen Flüssigkeit.

Einrichtung des Concentrationsofens. — Der zur Concentration oder Abdampfung der vitriolischen Flüssigkeiten dienende Apparat ist ein Flammofen, dessen Sohle die Form einer Pfanne hat.

Die Dimensionen derselben sind 22 Fuß 6 Zoll Länge und 18 Fuß 10 Zoll Breite; sie ist durch einen 18 Zoll breiten Scheider in zwei

theilungen getheilt. Die gesammte Abdampfungsoberfläche beträgt daher 405 Quadratfuß

Die Tiefe des Beckens beträgt unter der Schwelle der Arbeitsthür 16 Zoll.

Die andern Dimensionen des Ofens sind folgende:

Länge des Feuerrostes	7 Fuß	— Zoll.
Breite desselben	— „	15 „
Breite der Feuerbrücke	6 „	— „
Entfernung der Brücke von dem Gewölbeschluß	— „	10 „
Entfernung derselben vom Anfang des Gewölbes	— „	5 „
Durchschnitt der Esse	2 Quadratfuß.	

Betrieb. — Man füllt den Behälter in dem Ofen, welcher 480 Cubikfuß Flüssigkeit aufnehmen kann, mit einem sehr veränderlichen Gemisch mit vitriolischen Wassern. Gewöhnlich vermischt man mit einander:

Einen Kasten mit vitriolischer Flüssigkeit von der Arbeit mit Schwefelsäure	190 Cubikfuß.
$\frac{3}{4}$ Kasten Mutterlauge von der vorhergehenden Krystallisation	145 „
$\frac{3}{4}$ Kasten vitriolischer Flüssigkeit von der Zugutemachung der Erze mittelst Mutterlauge	145 „
Summa	480 Cubikfuß.

Man setzt die Abdampfung 30 — 32 Stunden fort, indem man das abgedampfte Wasser durch frische Flüssigkeiten ersetzt und zwar so, daß man bei einem Prozeß zwei Kasten mit vitriolischer Flüssigkeit von der Arbeit mittelst Schwefelsäure, einen Kasten Mutterlauge von der Krystallisation des Vitriols und einen Kasten vitriolischer Flüssigkeit von der Arbeit mittelst Mutterlaugen abdampft, d. h. zusammen 720 Cubikfuß. Während der letzten vier Stunden des Prozesses setzt man der Lösung 12,000 bis 13,000 Pfd. unreinen Vitriol zu, so daß er von Neuem krystallisiren muß.

Nach ungefähr 36stündiger Abdampfung hat die Dichtigkeit der Flüssigkeit, die ursprünglich 28—29° B. betrug, sich bis 37—39° B. gesteigert. Das Volum der Flüssigkeit, die zur Krystallisation gelangt, beträgt die Hälfte von der in die Abdampfpfanne gelangten.

Benutzung des Eisens, um die Umwandlung des schwefelsauren Eisens in neutrales schwefelsaures zu verwandeln. — Die der Cementation unterworfene Flüssigkeit ist hauptsächlich in der Nähe der Feuerbrücke dem Verbrennen unterworfen, d. h. das in einer hohen Temperatur in Folge des Vorhandenseins von freier Schwefelsäure sich ein Theil des schwefelsauren Eisenoxydes in neutrales schwefelsaures Eisenoxyd verwandelt, ($Fe^2O^3\ 3SO^3$) dessen Vorhandensein in der Flüssigkeit der Beschaffenheit des Vitriols sehr nachtheilig ist.

Man vermeidet das Vorhandensein des Sulfats in der zu krystallisirenden Lösung, indem man auf der Sohle des Abdampfungsgefäßes in der Nähe der Feuerbrücke, Bruchstücke [illegible] lischem Eisen bringt.

Durch Eisen und Wasser zersetzt [illegible] trale schwefelsaure Eisenoxyd in schwefelsau[illegible] oxyd und [illegible] s basisches schwefelsaures Eisenoxyd, welche[illegible] efäß [illegible] Die Formel dieser Reaction ist nachst[illegible]

Fe^2 [illegible] SO [illegible] HO [illegible] + Fe^2 [illegible]

Das frei gemachte Wasserstoffgas verbrennt auf der Oberfläche der Flüssigkeit mit einer blauen Flamme.

Der bei diesem Zusatz von Schmiedeeisen dargestellte Vitriol enthält auch weniger neutrale schwefelsaure Thonerde, welches einer ähnlichen Reaction ohne Zweifel zugeschrieben werden muß, als die auf das neutrale schwefelsaure Eisenoxyd einwirkende ist. Das Vorhandensein der schwefelsauren Thonerde in der vitriolischen Flüssigkeit rührt von einer gewissen Menge Schiefer her, der als Gangart mit den Erzen vorkommt, außerdem aber auch von dem Angriff saurer Dämpfe auf die Materialien des Abdampfungsgefäßes.

Eisenverbrauch. — Man verbraucht bei dem Abdampfen von 720 Fuß Flüssigkeit, aus welcher 4600 — 5000 Pfd. Eisenvitriol gewonnen werden, 180 Pfd. Eisen.

Steinkohlenverbrauch. — Zu einem Abdampfungsprozeß, welcher 36 Stunden dauert, beträgt der Steinkohlenverbrauch 22 Scheffel, welche 2024 Pfd. wiegen.

2) Krystallisation des Vitriols.

Dimensionen der Krystallisirgefäße. — Die vitriolische Flüssigkeit fließt von selbst in die Krystallisirgefäße ab. In denselben läßt man sie 24 — 36 Stunden ruhig stehen, damit sich die eingemengten Unreinigkeiten absetzen können, worauf man den Kasten mit Bretern bedeckt, um die Krystallisation zu verzögern, welche außerdem zu schnell und unregelmäßig erfolgen würde.

Wenn der Prozeß gut von Statten geht, so bildet sich nach 24 Stunden auf der Flüssigkeit eine Rinde zusammenhängenden Krystallen; man zerbricht dieselben und es fallen die Stücke auf den Boden des Gefäßes. In diesem Augenblick ist die Temperatur der Lösung 18 — 20°. Man bringt in dem Gefäß hölzerne Stäbe an und hält die Flüssigkeit so ruhig als möglich. Nach zehn Tagen ist die Krystallisation vollständig. Die Mutterlauge giebt 28 — 29° B. an; ihr Volum beträgt ungefähr ⅛ von der Krystallisation übergebenen Flüssigkeit. Sie wird in einem Behälter zum weitern Verbrauch aufbewahrt; die eine Hälfte gelangt zum Abdampfen zurück, die andere dagegen zur Zugutemachung des Kupfers mittelst Mutterlauge.

Beschaffenheit des dargestellten Vitriols. — Die Krystalle, welche sich an den Stäbchen und an dem obern Theil der Gefäßwände abgesetzt haben, sind die reinsten; man löst sie ab und wäscht sie mit klarem Wasser in geflochtenen Körben; sie kommen alsdann in den Handel. Die auf dem Boden der Krystallisirgefäße niedergefallenen sind dagegen unrein und werden bei der Abdampfung wiederum aufgelöst.

Productionsmenge. — Wassergehalt des Vitriols. — Man erhält aus einem Abampfprozeß 4600—5000 Pfd. verkäuflichen Vitriol. Die Formel des dargestellten Vitriols ist $FeO. SO^3 + 7HO$; er würde daher 45,55 Proc. seines Gewichtes Krystallisationswasser enthalten.

Allein er enthält außerdem auch Mutterlauge, die mechanisch zwischen den [illegible]en und in einem Verhältniß vorhanden ist, welches s[illegible] z[illegible]oc. ihres Gewichts beläuft.

Verfahren, um dem Vitriol eine dunkle Farbe zu ertheilen. — Da man im Handel dem dunkelgefärbten Vitriol den Vorzug giebt, so sichert man dieses Resultat dadurch, indem man die concentrirten Flüssigkeiten durch Körbe, welche fein pulverisirten Ocher enthalten, in die Krystallisirgefäße ablaufen läßt. Man verbraucht 60 Pfd. Ocher zu einem Abdampfprozeß.

Man läßt die vitriolischen Flüssigkeiten nur einmal krystallisiren. — Ehe die Kupfererze durch die Vitriolmutterlaugen verarbeitet wurden, gelangten dieselben mehrmals zur Abdampfung und zur Krystallisation, bis daß die Flüssigkeit eine zu große Menge von schwefelsaurer Thonerde enthielt. Man setzte alsdann etwas Pottasche hinzu und ließ sie auf Alaun krystallisiren. Es war jedoch derselbe, wie auch der letzte von den Krystallisationsprozessen von nur sehr mittelmäßiger Beschaffenheit. Jetzt werden die vitriolischen Flüssigkeiten nur einmal und höchstens zweimal der Krystallisation unterworfen.

Arbeiterpersonal in der Vitriolhütte. — Es werden beim Abdampfen und bei der Krystallisation sieben Arbeiter beschäftigt, während ein Arbeiter die Vitriolkrystalle verpackt.

Wesentliche Elemente dieser Fabrikation. — Wiederholt man die obigen Zahlen, so sieht man, daß die wesentlichen Elemente der Fabrikationskosten des Eisenvitriols die folgenden sind:

Im Verhältniß auf den producirten Eisenvitriol

	auf 100 Pfd.
Arbeitslöhne	0,32 Schichten.
Steinkohlen zum Abdampfen	44,02 Pfd.
Eisen als Zuschlag	39 „

β. Zinkfabrikation.

Resultate der Zinkfabrikation. — Die Beschreibung des Verfahrens bei der Zinkfabrikation auf der Sterner Hütte gehört nicht zu dem vorliegenden Zweck und wir wollen daher nur die dabei erlangten Resultate mittheilen.

Das mittlere Ausbringen der rohen Blende an metallischem Zink beträgt 22,76 Proc.; das der gerösteten Blende auf 34,14 Proc.

Die Kosten der zweiten Röstung und der Reduction betragen durchschnittlich auf die 100 Pfd. metallisches Zink 2 Thlr. 11 Sgr. 7,27 Pf.

Die Productionskosten reichen hin, um zu zeigen, daß die Zinkfabrikation auf der Sterner Hütte unter sehr guten Verhältnissen erfolgt und daß die dort häufig vorkommende Blende als Material zur Bereitung der zu Sulfatisation der Kupfererze erforderlichen Räume sehr zweckmäßig ist.

Wir geben hier nun noch eine tabellarische Uebersicht der Productionskosten bei den verschiedenen Hüttenprozessen zu Sterne, auf die Einheit zurückgeführt.

1) Zugutemachung mit Schwefelsäure. — Röstung der geschwefelten Erze im Schachtofen und Zerkleinerung.

	Ausgaben auf 100 Pfd. zu Gute gemachtes Erz.					
	Im Einzelnen.			Im Ganzen.		
Materialien:	Sgr.	Pf.	$\frac{1}{100}$ Pf.	Sgr.	Pf.	$\frac{1}{100}$ Pf.
Magere Steinkohlen	—	5	54			
Verschiedene Materialien	—	1	—	—	6	54
Arbeitslöhne:						
Bei den Rostöfen	—	3	42			
Bei der Zerkleinerung	—	5	89	—	9	31
Summa für 100 Pfd. Erz				1	3	85

d. h. 1 Sgr. 3,8 5 Pf. auf 100 Pfd. rohes Erz.

2) Röstung der Erze von mittlerm Gehalt im Gefäßeofen.

	Sgr.	Pf.	$\frac{1}{100}$ Pf.	Sgr.	Pf.	$\frac{1}{100}$ Pf.
Arbeitslöhne	—	—	—	1	6	15
Fette Kohlen zur Rostfeuerung	7	6	97			
Magere Kohlen zur Reduction	—	3	62			
Verschiedene Materialien	—	4	21	8	2	80
Summa Ausgaben				9	8	95

d. h. 9 Sgr. 8,95 Pf. auf 100 Pfd. rohes Erz.

3) Zugutemachung mit Schwefelsäure-Sulfatisation und Cementation.

	Ausgaben auf 100 Pfd. zu Gute gemachtes Erz.						Ausgaben auf 100 Pfd. Cementkupfer.					
	Im Einzelnen.			Im Ganzen.			Im Einzelnen.			Im Ganzen.		
	Sgr.	Pf.	$\frac{1}{100}$ Pf.	Sgr.	Pf.	$\frac{1}{100}$ Pf.	Sgr.	Pf.	$\frac{1}{100}$ Pf.	Sgr.	Pf.	$\frac{1}{100}$ Pf.
Verschiedene Materialien zur Sulfatisation . . .	—	1	35				2	7	57			
Verschiedene Materialien zur Cementation . . .	—	—	01				—	—	23			
4,2 Pfd. Eisen zum Fällen	1	8	08				39	2	47	(98,4 Pfd.)		
Summa Materialien				1	9	44				41	10	27
Löhne bei der Sulfatisation und Cementation .		3	59				6	11	93			
Verschiedene Materialien beim Auslaugen . . .			11				—	2	55			
Löhne beim Auslaugen		1	09	—	4	79	2	1	36	8	15	
Summa Ausgabe				2	2	23				51	2	

d. h. 2 Sgr. 2,23 Pf. auf 100 Pfd. zu Gute gemachtes Erz. Oder 1 Thlr. 21 Sgr. 2,11 Pf. auf 100 Pfd. producirtes Erz.

Das mittlere Ausbringen der zu Gute gemachten Erze beträgt 4,27 Proc.

4) Bereitung der schweflichten Säure rc., Transport, Scheiden und Rösten der Blende.

	Ausgaben auf 100 Pfd. rohe Blende. Im Einzelnen.			Ausgaben auf 100 Pfd. rohe Blende. Im Ganzen.			Ausgaben auf 100 Pfd. Cementkupfer*). Im Einzelnen.			Ausgaben auf 100 Pfd. Cementkupfer*). Im Ganzen.		
	Sgr.	Pf.	$\frac{1}{100}$ Pf.	Sgr.	Pf.	$\frac{1}{100}$ Pf.	Sgr.	Pf.	$\frac{1}{100}$ Pf.	Sgr.	Pf.	$\frac{1}{100}$ Pf.
Transportkosten				4	9	91				91	8	30
Löhne für die Scheidearbeit		7	37				11	7	03			
Materialien zu derselben			46					8	74			
Summa Scheidearbeit					7	83				12	3	77
Löhne für das Rösten	1	1	14				20	9	66			
Materialien zu demselben	3	2	42				60	9	98			
Summa Röstarbeit				4	3	56				81	7	64
Summa aller Ausgaben				9	9	30				185	7	71

d. h. 9 Sgr. 9,30 Pf. auf 100 Pfd. zur Röstung gekommenen Blende, und 6 Thlr. 5 Sgr. 7,71 Pf. auf 100 Pfd. durch Schwefelsäure gewonnenes Cementkupfer.

*) Es müssen 1660 Blende geröstet werden, um 100 Cementkupfer bei dem vereinigten Verfahren mit Schwefelsäure und Mutterlauge darzustellen und 1903 auf 100 Kupfer bei dem Verfahren mit Schwefelsäure allein; in diesem letztern Verhältniß sind die obigen Kosten berechnet.

5) Zugutemachung durch die Mutterlauge von der Eisenvitriol-Bereitung.

	Ausgaben auf 100 Pfd. zu Gute gemachte Erze.						Ausgaben auf 100 Pfd. dargestelltes Cementkupfer.					
	Im Einzelnen.			Im Ganzen.			Im Einzelnen.			Im Ganzen.		
	Sgr.	Pf.	$\frac{1}{100}$ Pf.	Sgr.	Pf.	$\frac{1}{100}$ Pf.	Sgr.	Pf.	$\frac{1}{100}$ Pf.	Sgr.	Pf.	$\frac{1}{100}$ Pf.
…gefäßen	—	—	—	—	5	38	—	—	—	30	2	34
Verschiede…	—	8	08				45	4	18			
Verschiedene …	—	—	48				2	8	32			
4,2 Pfd. Eisen zu…				—	8	56				48	—	50
				1	1	94				78	2	84
Löhne bei der Sulfatisation un…												
Verschiedene Materialien beim Auslu…	—	—	37				2	1	36			
Löhne beim Auslaugen		—	03				—	2	55			
				—	—	40				2	3	91
Summa Ausgabe				1	2	34				80	6	75

d. h. 2 Sgr. 2,23 Pf. auf 100 Pfd. zu Gute gemachtes Erz. Oder 1 Thlr. 21 Sgr. 2,11 Pf. auf 100 Pfd. producirtes Erz.

Das mittlere Ausbringen der zu Gute gemachten Erze beträgt 4,27 Proc.

6) Bereitung des Eisenvitriols. Con[illegible]

Ausgaben auf 100 Pfd. g[illegible]

Im Einzelnen.

	Sgr.	Pf.	$\frac{1}{100}$ Pf.	Sgr.	[illegible]	
Löhne	—	—	—	3	2	
44,2 Pfd. Steinkohlen zur Concentration	3	—	11			
3,9 Pfd. Eisen zur Concentration	1	11	68			
Verschiedene Materialien	1	1	2			
				6	1	01
Summa der Specialkosten				9	3	11

5	55
11	10

d. h. 9 Sgr. 3,11 Pf. auf 100 Pfd. Vitriol und 1 Thlr. 20 Sgr. 11,10 Pf. auf 100 Pfd. Cementkupfer.

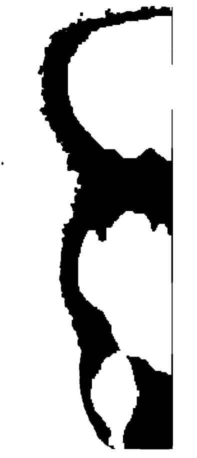
*) Man gewinnt 550 Eisenvitriol auf 100 Cementkupfer, welches aus dem vereinigten Verfahren durch Sulfatisation und mit der Mutterlauge gewonnen.

7) Zugutemachung mit Schwefelsäure. Zusammenstellung.

	Ausgaben auf 100 Pfd. Erz.						Ausgaben auf 100 Pfd. Cementkupfer.					
	Im Einzelnen.			Im Ganzen.			Im Einzelnen.			Im Ganzen.		
	Sgr.	Pf.	$\frac{1}{100}$ Pf.	Sgr.	Pf.	$\frac{1}{100}$ Pf.	Sgr.	Pf.	$\frac{1}{100}$ Pf.	Sgr.	Pf.	$\frac{1}{100}$ Pf.
Röstung des Erzes im Schachtofen	—	7	45				14	6	55			
Röstung des Erzes im Flammofen	—	5	48				10	8	39			
Summa Erzröstung				1	—	93				25	2	94
Arbeit an den Subsatisations=, Cementations= und Auslaugegefäßen	2	2	23				51	2	11			
Röstung der Blende	7	11	02				185	7	71			
				9	13	25				236	9	82
Summa der Specialkosten				11	2	18				262	—	76

d. h. Sgr. 2,18 Pf. auf 100 Pfd. Erz oder 8 Thlr. 22 Sgr. 0,76 Pf. auf 100 Pfd. Cementkupfer.

Die Production des Cementkupfers durch die Schwefelsäurearbeit geht zu 87,25 Proc. und die durch die Mutterlaugearbeit zu 12,75 Proc. in die Gesammtproduction durch die beiden Methoden zusammen ein. Das mittlere Ausbringen der Erze beträgt 3,45 Proc. Cementkupfer von den zur Verarbeitung kommenden Erzen.



8) Allgemeine Productionskosten des Cementkupfers.

Arbeit durch Sulfatisation und durch Mutterlaugen, wobei aber der Werth der Erze unberücksichtigt geblieben ist.

	Ausgaben auf 100 Pfd. Erz. Im Einzelnen.			Im Ganzen.			Ausgaben auf 100 Pfd. Cementkupfer. Im Einzelnen.			Im Ganzen.		
	Sgr.	Pf.	$\frac{1}{100}$ Pf.	Sgr.	Pf.	$\frac{1}{100}$ Pf.	Sgr.	Pf.	$\frac{1}{100}$ Pf.	Sgr.	Pf.	$\frac{1}{100}$ Pf.
Arbeit mittelst Schwefelsäure 87,25 Proc. . .	7	10	47				228	8	19			
Arbeit mittelst Mutterlauge 12,75 Proc. . .	—	4	24				10	1	26			
Summa Specialkosten der Cementation				8	2	21				238	9	45
Fabrikation des Eisenvitriols	1	9	08				50	11	10			
Verschiedene Reparaturarbeiten	—	8	65				21	7	83			
Wagen= und Magazinkosten ꝛc.	—	—	44				1	—	93			
Erztransport	1	30	10				43	9	71			
Generalkosten	—	9	99				24	1	68			
Summa Ausgaben				12	9	97				380	4	70
Davon abzuziehen 550 Pfd. Eisenvitriol à 24 Sgr. die 100 Pfd.				4	5	24				132	—	—
Bleiben-Fabrikationskosten				8	4	73				248	4	70

d. h. 8 Sgr. 4,73 Pf. auf 100 Pfd. Erz und 8 Thlr. 8 Sgr. 4,70 Pf. auf 100 Pfd. Cementkupfer.

9) Verschmelzen des Cementkupfers auf Schwarzkupfer im Flammofen, und Gaarmachen des Schwarzkupfers im kleinen Gaarherde.

(Es ist zu bemerken, daß dieser Prozeß jetzt aufgegeben worden.)

	Ausgaben auf 100 Pfd. Cementkupfer.						Ausgaben auf 100 Pfd. Gaarkupfer.					
	Im Einzelnen.			Im Ganzen.			Im Einzelnen.			Im Ganzen.		
	Sgr.	Pf.	$\frac{1}{100}$ Pf.	Sgr.	Pf.	$\frac{1}{100}$ Pf.	Sgr.	Pf.	$\frac{1}{100}$ Pf.	Sgr.	Pf.	$\frac{1}{100}$ Pf.
Löhne beim Schmelzen im Flammofen . . .	3	6	03				7	11	19			
Steinkohlen zur Feuerung	8	6	—				19	7	03			
Holzkohlen	—	5	12				—	11	54			
Verschiedene Ausgaben	—	19	10				1	10	70			
Summa für das Schwarzkupferschmelzen				14	—	25				30	4	46
Löhne beim Gaarmachen im kleinen Herd . .	5	6	71				12	10	27			
Kokes dabei	4	2	18				10	5	45			
Verschiedene Materialien dabei	—	4	07				—	10	17			
Holzkohlen zu dem Gaarmachen	1	2	50				3	—	25			
Summa Gaarmachen				11	3	46				27	2	14
Summa für Schmelzen und Gaarmachen.				25	3	71				57	6	60

d. h. 25 Sgr. 3,71 Pf. auf 100 Pfd. geschmolzenes Cementkupfer und 1 Thlr. 27 Sgr. 6,60 Pf. auf 100 Pfd. Gaarkupfer.

Das Ausbringen des Cementkupfers in Gaarkupfer beträgt 44,15 Proc.

10) Zusammenstellung der Zugutemachung durch Schwefelsäure und Mutterlauge.

Productionspreis des Gaarkupfers, ohne den Werth der Erze.

	Ausgaben auf 100 Pfd. Erz.						Ausgaben auf 100 Pfd. Gaarkupfer.					
	Im Einzelnen.			Im Ganzen.			Im Einzelnen.			Im Ganzen.		
	Sgr.	Pf.	$\frac{1}{100}$ Pf.	Sgr.	Pf.	$\frac{1}{100}$ Pf.	Sgr.	Pf.	$\frac{1}{100}$ Pf.	Sgr.	Pf.	$\frac{1}{100}$ Pf.
Productionskosten von 226,5 Pfd. Cementkupfer (8)	8	4	73				562	7	28			
Schmelzen und Gaarmachen des Cementkupfers (9)	—	10	49				57	6	60			
Summa				9	3	22				620	1	38
Davon ist abzuziehen:												
Werth der Schlacken vom Flammofen . . .	1	10	52				123	6	03			
Werth der Gaarschlacken	—	9	65				52	11	9			
Summa Abzüge				2	8	17				176	5	95
Bleiben die Productionskosten für das Gaarkupfer, ohne Werth der Erze				6	7	05				443	7	93

Das durchschnittliche Ausbringen des Erzes an Gaarkupfer ist 1,52 Proc. Bei diesem Ausbringen kosten die 100 Pfd. Kupfergehalt in dem Erz (s. Tab. S. 287) 8⅚ Thlr. Die Productionskosten von 100 Pfd. Gaarkupfer betragen daher 24⅔ Thlr.

d. h. 6 Sgr. 7,05 Pf. auf 100 Pfd. Erz und 15 Thlr. 23 Sgr. 7,93 Pf. auf 100 Pfd. Gaarkupfer.

11) Productionskosten des Cementkupfers bei der Arbeit mit Chlorwasserstoffsäure.

	Ausgaben auf 100 Pfd. Erz.						Ausgaben auf 100 Pfd. Cementkupfer.					
	Im Einzelnen.			Im Ganzen.			Im Einzelnen.			Im Ganzen.		
	Sgr.	Pf.	$\frac{1}{100}$ Pf.	Sgr.	Pf.	$\frac{1}{100}$ Pf.	Sgr.	Pf.	$\frac{1}{100}$ Pf.	Sgr.	Pf.	$\frac{1}{100}$ Pf.
Aufsicht	—	1	30				20	1	99			
Arbeitslöhne	—	3	72				57	6	63			
Summa Löhne				—	5	02				77	8	62
Chlorwasserstoffsäure	—	3	48				53	9	—			
Eisen zur Cementation	—	2	34				37	5	—			
Verschiedene Materialien	—	—	31				4	10	—			
Summa Materialien				—	6	13				96	—	—
Transportkosten				—	2	33				37	4	—
Summa der Ausgaben				1	1	48				211	—	6

d. h. 1 Sgr. 1,48 Pf. auf 100 Pfd. Erz und 7 Thlr. 1 Sgr. 0,62 Pf. auf 100 Pfd. Cementkupfer.

Das Ausbringen an Cementkupfer beträgt 0,54 Proc. von dem zu Gute gemachten Erz. Die Productionskosten sind dieselben wie die von der Gewinnung des Cementkupfers durch Schwefelsäure (9).

12) Zugutemachung reicher Erze und Kupfersteine auf trocknem Wege.

Productionskosten des Gaarkupfers.

	Ausgaben auf 100 Pfd. Erz.						Ausgaben auf 100 Pfd. Gaarkupfer.					
	Im Einzelnen.			Im Ganzen.			Im Einzelnen.			Im Ganzen.		
	Sgr.	Pf.	$\frac{1}{100}$ Pf.	Sgr.	Pf.	$\frac{1}{100}$ Pf.	Sgr.	Pf.	$\frac{1}{100}$ Pf.	Sgr.	Pf.	$\frac{1}{100}$ Pf.
Löhne beim Röstöfen	3	4	—				11	7	65			
Steinkohlen zum Rösten	19	—	49				66	6	12			
Verschiedene Materialien zum Rösten	7	5	47				26	—	54			
Summa Röstung				29	9	7				104	2	31
Reparaturen des Schachtofens				1	10	13				6	5	29
Löhne beim Schmelzofen	5	8	99				20	4	96			
Kokes zum Schmelzen	5	7	41				19	6	11			
Verschiedene Materialien	5	7	01				19	3	55			
Summa Schmelzung				16	11	41				59	2	62
Löhne beim Gaarmachen	5	8	33				19	10	79			
Kokes zu dem Prozeß	7	6	38				26	4	43			
Holzkohlen zu dem Prozeß	1	5	46				5	8	07			
Verschiedene Materialien	—	5	52				1	7	49			
Summa Gaarmachen				15	1	69				53	6	78
Gesammtkosten				63	9	19				223	5	—

d. h. 2 Thlr. 3 Sgr. 9,19 Pf. auf 100 Pfd. Erz und 7 Thlr. 13 Sgr. 5 Pf. auf 100 Pfd. Gaarkupfer.

Das mittlere Ausbringen beträgt 28,63 Proc. Gaarkupfer in 100 Pfd. Erz.

Sechstes Beispiel. — Zugutemachung armer Kupfererze auf dem nassen Wege.

Dieses zwar von einer allgemeinen Erfahrung noch nicht sanctionirte Verfahren ist von dem Professor Bechi zu Florenz und dem Hüttendirector Haupt zu Massamaritima erfunden und von dem Bergingenieur Petitgand zu Paris in der Revue universelle II, 219, und daraus von dem Bearbeiter dieses Werkes in der Berg- und Hüttenm. Ztschr., 1858, Nr. 11 u. 12, beschrieben worden. Es besteht dieses Verfahren in einer Verbindung des nassen Weges oder der Cementation, mit dem trockenen Wege oder der Schmelzung; es gründet sich hauptsächlich auf die Reactionen des Kochsalzes auf die aus mehreren Schwefelmetallen zusammengesetzten Sulfide. Es scheint uns einigermaßen mit dem Augustin'schen Verfahren zur Extraction des Silbers aus silberhaltigen Kupfererzen Aehnlichkeit zu haben, welches eine Zeit lang im Mansfeld'schen angewendet wurde, um das Silber aus dem dortigen Kupferstein von sehr complicirter Zusammensetzung zu gewinnen. Man wird übrigens aus dem Folgenden ersehen, daß das Verfahren nur bei wesentlich kieseliger Gangart wirksam sein kann.

Die Erfinder stellen zur Begründung ihrer Methode Formeln auf, welche wir nicht discutiren wollen, da sie uns irrig zu sein scheinen und mit der angenommenen Theorie nicht übereinstimmen.

Der Betrieb nach dieser Methode steht auf der Kupferhütte Capannevechie im Gebirge von Massetano, unweit Massa maritima, etwa 30 Kilometer von dem Hafen Follonica, in ausgedehnter Anwendung. Dabei erkennt Hr. Petitgand dankend die Gefälligkeit der Beamten jener Hütte an, welche ihn in den Stand setzten, das neue Verfahren genau zu studiren und in allen seinen Einzelnheiten zu verfolgen, kurz, alle Betriebsresultate kennen zu lernen.

Beschaffenheit des Erzes. — Das behandelte Erz kommt von einem sehr mächtigen Quarzgange im Jurakalk, in welchem sich sehr regelmäßig Kupferkies, in Begleitung von sehr wenig Blende und Schwefelkies, eingesprengt findet. Der Kupfergehalt dieses Erzes beträgt durchschnittlich $1\frac{3}{4}$ bis höchstens 2 Procent.

Gang des Hüttenbetriebes. — Das auf die Halden, an deren Fuß die Hütten liegen, geförderte Erz erleidet eine Handscheidung, um die tauben Quarzstücke auszuhalten; es wird dann in Stücke von höchstens 4 bis 5 Centimeter Größe zerschlagen. Darauf bildet man auf einer Unterlage von Holz mit abwechselnden Schichten von Kohlen große Rösthaufen, wie sie am Harz, in Sachsen und auf vielen anderen deutschen Hütten üblich sind. Solche runde Haufen enthalten 200—250 Tonnen (à 20 Ctr.) Erz.

Erste Röstung. — Nachdem die Haufen entzündet worden sind, bleiben sie 12 bis 14 Tage im Brande. Sind sie alsdann hinlänglich erkaltet, zieht man sie auseinander, zerschlägt die zusammengebackenen Stücke und hält die unvollkommen gerösteten Stücke für eine folgende Röstung aus.

Die erste Röstung hat nach den Erfindern des Verfahrens nur den Zweck, die Zerkleinerung des Erzes zu erleichtern und wohlfeiler zu machen. Sie liefert jedoch au[illegible], und zwar sehr wichtiges Resultat, indem sich dabei ein [illegible] Schwefels entwickelt, und überdies bil-

den sich schwefelsaure Salze und selbst Oxyde in beträchtlicher Menge; hierdurch müssen die folgenden Prozesse wesentlich befördert werden.

Zweite Röstung. — Das auf diese Weise geröstete Erz wird mittelst Pochwerken oder senkrechter Mühlsteine in Pulver verwandelt; dieses wird durchgesiebt und gelangt in Flammröstöfen. Dieselben haben die Einrichtung der Freiberger Röstöfen, mit doppelter Sohle mit einem Feuerraum in der Mitte; jede Sohle wird mit 2000 bis 2500 Kilogr. Material besetzt.

Hrn. P. scheint diese Art von Oefen zu dem vorliegenden Zweck nicht sehr vortheilhaft zu sein, weil man zu Campannevechie nur Holz und Reisbündel verbrennen kann. Die Oefen mit zwei übereinander liegenden Sohlen, deren man sich auf dem Extractionswerke im Mansfeldschen, ferner am Rhein, Belgien, Ungarn 2c. zum Rösten bedient, verdienen offenbar den Vorzug.

Sobald die Oefen besetzt sind, feuert man stark und unterhält das Feuer 2½ bis 3 Stunden, so daß die Röstung unter dem Einfluß einer hohen und wohl unterhaltenen Temperatur erfolgt, während die Arbeiter das Erz mit eisernen Rechen häufig durchrühren, um die Entwickelung der Gase zu erleichtern und die Oxydation zu befördern.

Chlorirung. — Man kann die Röstung als beendet ansehen, wenn die schweflichen Dämpfe aufhören von der Oberfläche des Erzes aufzusteigen; man vermindert alsdann das Feuer, und sobald der Ofen dunkelroth zu werden beginnt, setzt man Kochsalz zu, nämlich 2—8 Proc. des eingebrachten Erzes, je nach dessen Kupfergehalt. Es wird dann sogleich stark umgerührt, und dies ohne Unterbrechung 10—12 Minuten lang fortgesetzt. Nach einigen Augenblicken der Ruhe zieht man das Gemenge aus dem Ofen und schreitet zu einer andern Röstung, welche auf dieselbe Weise ausgeführt wird.

Dieser letztere Prozeß ist der wesentliche Theil des Zugutemachens; er erfordert eine außerordentliche Aufmerksamkeit, denn eine schlecht ausgeführte Röstung oder der unzeitige Zuschlag des Salzes können den ganzen Erfolg in Frage stellen.

Wir wollen nun das Resultat der Röstung besprechen. Die Erfinder behaupten, daß die mit Kochsalz und Kieselerde in Berührung gebrachten Metalloxyde unter dem Einfluß einer hohen Temperatur und des Wasserdampfes sich auf Kosten des im Kochsalz enthaltenen Chlors in basische Chloride (Oxychloride) verwandeln, während das Natrium als Natron frei wird, welches man durch Schwefelsäure neutralisirt, damit es nicht einen Theil des löslichen Kupfersalzes präcipitirt.

Nimmt man die Theorie der Erfinder an, oder besser diejenige, welche wir vorschlagen und die mit den Daten der Wissenschaft besser übereinstimmt, so ist es einleuchtend, daß die flüchtigen Chloride, welche entstehen müssen, nämlich die Chloride des Arsens, Antimons, Eisens, Zinks sich verflüchtigen werden, während das Kupferchlorid und Oxychlorid, welche in der Gangart geblieben sind, durch eine zweckmäßige Auslaugung gewonnen werden können.

Dies ist die von den Erfindern aufgestellte Theorie, welche nothwendig berücksichtigt werden muß; denn wenn man diesen Hüttenproceß gehörig ausführen und nöthigenfalls verbessern will, so muß man die wissenschaftlichen Grundsätze, auf denen er beruht, gehörig kennen.

Wenn, wie die Erfinder behaupten, das Kupferoxyd, ohne durch das Kochsalz zersetzt zu werden, in Kupferoxydchlorid verwandelt würde, so müßte man nothwendig annehmen, daß das Natrium des Kochsalzes auf Kosten des im Wasserdampf enthaltenen Sauerstoffs in Natron übergeht, während der frei gewordene Wasserstoff Chlorwasserstoffsäure bildet, die ihrerseits das Kupferoxyd angreift. Diese Reaction kann aber nicht stattfinden, weil die Chlorwasserstoffsäure und das Natron sich unvermeidlich und unmittelbar in Kochsalz und Wasser umwandeln würden, so daß also kein Resultat erfolgen könnte. Nimmt man aber auch diese Theorie an, so würde dennoch keine Bildung von Oxychlorid stattfinden, während gerade hierauf die Erfinder ein besonderes Gewicht legen.

Die Theorie ist folgende:

Indem das Chlornatrium auf das Kupferoxyd einwirkt, bildet sich in Folge einer doppelten Zersetzung einestheils lösliches Kupferoxyd und anderntheils Natron, welches sich dann mit der Kieselerde zu Natronsilicat verbindet. Die anderen im Erze enthaltenen Metalloxyde werden auf ähnliche Weise chlorirt. Da das Natronsilicat übrigens (obwohl in geringerem Grade) die alkalischen Eigenschaften des Natrons hat, so scheint es uns zweckmäßiger für den Erfolg des Prozesses zu sein, das Kochsalz und die Kieselerde auf schwefelsaure Metalloxyde reagiren zu lassen. Die frei gewordene Schwefelsäure würde alsdann das Natronsilikat zersetzen, um neutrales schwefelsaures Natron zu bilden, welches auf eine Lösung von Kupferchlorid keine Wirkung ausübt.

Nach dieser Abschweifung fahren wir fort, den Gang der Arbeit zu beschreiben, und zwar mit Beihülfe der beigegebenen Abbildungen, von denen Fig. 13, Taf. V einen Querschnitt nach der Linie VV der Fig. 14 einen Grundriß der Anordnung der Betriebsapparate darstellt.

M Raum, welcher die aus den Röstöfen kommenden Erze aufnimmt.
A Gefäße zum Auslaugen des Erzmehles.
B Gefäße zur Aufnahme der zu fällenden Lösung.
C Gefäße zum Fällen der Oxyde.
D Gefäße zum Absetzen des Niederschlags und zum nachherigen Abziehen des Wassers.
R Gerinne für die Rückstände.
G Gerinne, in welchen das Wasser herbeigeführt wird.
G′ Gerinne für die Herbeiführung des Kalkwassers.
G″ Becken, worin das Kalkwasser bereitet wird.
E Treppen.
F Oefen zum Trocknen der Oxyde.
P Esse.

Das auf angegebene Weise chlorirte Erz wird in ein länglich viereckiges Gefäß A gebracht, dessen Boden durchlöchert ist und mit Strohbündeln, die als Filter dienen, bedeckt wird; es werden etwa $\frac{4}{5}$ der Höhe des Kastens mit Erzmehl angefüllt. Man feuchtet alsdann die Masse nach und nach mit geringen Erzmengen an, und wenn man annehmen kann, daß sie gänzlich durchdrungen ist, füllt man das Gefäß bis zum Rande mit Wasser an, welches jedoch nicht auf einmal eingelassen wird. Die aufgelösten Metalltheile fließen in ein zweites Gefäß B von gleichen Dimensionen ab, welches auf einer zweiten [illegible] angebracht ist, daß sein Rand mit dem Boden des ersten Gefäß[illegible] Sobald das Gefäß B gefüllt ist,

leitet man aus dem Gefäße G″ mittelst des Gerinnes G′ eine gewisse Quantität Kalkmilch herbei; man rührt die gemischte Lösung nach allen Richtungen durch und läßt sie alsdann in das Concentrationsgefäß G ab, worin sich der Niederschlag absetzt. In dem Maße, als sich der Absatz verdichtet, zieht man das klar gewordene Wasser durch einen Hahn ab, um in das Gefäß C wieder Lösungen geben zu können. Zuweilen wendet man Aschenlauge zum Fällen der Oxyde an; dieß hängt aber von der Menge der Asche ab, welche man beim Verbrennen von Holz oder Reißig auf den Rosten der Röstflammöfen erhält. Weit zweckmäßiger würde es sein, die Fällung durch Eisen zu bewirken; man verwirft aber dieses Mittel als zu theuer. Nachdem der Niederschlag im Absatzgefäß D eine teigige Consistenz erlangt hat, wird er mittelst Schaufel ausgeschlagen und auf eine benachbarte Sohle, welche bedeckt, aber gehörig gelüftet ist, geworfen oder sogleich auf die Sohle eines der Trockenöfen F gebracht, wo die Masse, ehe sie zu den Schmelzöfen gelangt, getrocknet wird. Hiermit ist nun das Verfahren auf dem nassen Wege beendigt.

Ehe man einen zweiten Auslaugeprozeß beginnt und hierzu den Rückstand aus den Gefäßen schafft, probirt man ihn mittelst Ammoniak, ob er eine blau gefärbte Flüssigkeit liefert. In diesem Falle enthält er noch Kupfer, und man muß alsdann eine gewisse Wassermenge, die mit Schwefelsäure angesäuert ist, herbeiführen, welche die unaufgelöst gebliebenen Oxydtheilchen angreift und auflöst.

Um 10 Tonnen oder 200 Ctr. chlorirtes Erz zu lösen, auszulaugen, zu fällen und die Oxyde zu trocknen, sind 6 bis 8 Tage erforderlich. Diese sogenannten Oxychloride haben das Ansehen einer leichten, etwas lockern Erde von grünlicher Färbung; sie gewähren ein Ausbringen, welches bis auf $\frac{1}{10}$ dem ganzen, durch die chemische Analyse gefundenen Kupfergehalt des behandelten Erzes entspricht, und enthalten 25—30 Proc. metallisches Kupfer.

Petitgand hat eine Probe dieses Oxychlorids an das Probebureau der Pariser Bergschule gesandt; sie gab folgende Resultate:

Sand und Kieselerde . . .	6,0	
Eisenoxyd und Thonerde . .	4,6	
Zinkoxyd	2,6	
Kupferoxyd	26,8	= 24,12 Kupfer
Kupferchlorid	4,4	
Schwefelsaurer Kalk . . .	38,8	
Wasser	16,8	
	100,0	

Eine zweite, von dem Chemiker F. Weil vorgenommene Analyse gab dieselben Resultate.

Schmelzprozeß. — Diese Oxyde werden hernach auf dem trocknen Wege reducirt; man setzt sie in einen kleinen Freiberger Krummofen durch. Sie sind natürlich leichtflüssig und erfordern nur 1 Theil Kohle auf 3 bis 4 Theile, je nachdem die Masse mehr oder weniger trocken ist.

Das Resultat des ersten Schmelzens besteht in armen Kupferschlacken, in Stein mit 45,50 und 55 Proc. Kupfer und in wenigem Schwarzkupfer.

Dieser Stein wird auf gewöhnliche Weise geröstet und giebt dann bei einem zweiten Schmelzen Schwarzkupfer und wenig Schlacken, die so re-

sind, daß sie einem folgenden Schmelzen auf Stein zugeschlagen werden können.

Das Schwarzkupfer wird hernach im kleinen Herde gaar gemacht.

Wir werden unten die Hüttenkosten, welche das Verfahren auf nassem Wege veranlaßt, mittheilen. Zur Würdigung des Werthes dieses Verfahrens geben wir jetzt eine Uebersicht der Prozesse, wodurch arme Erze auf gewöhnliche Weise, d. h. auf dem trocknen Wege, zu Gute gemacht werden.

Wenn die Kupfererze sehr reich sind, so ist die Zugutemachung sehr einfach. Durch Rösten werden sie in Oxyde verwandelt, dann auf Schwarzkupfer verschmolzen, dessen Gaarmachen, je nach der Beschaffenheit der Gangarten und dem Vorhandensein von Eisen, mehr oder weniger langwierig oder schwierig ist.

Ganz anders verhält es sich aber, wenn, wie es am häufigsten ist, die Erze arm sind; solche sind auch stets geschwefelt und mit anderen Schwefelmetallen verbunden, daher sehr unrein. Sie müssen zuvörderst behufs des Anreicherns einer mechanischen Aufbereitung unterworfen werden, wodurch sie einen Theil ihrer unhaltigen Gemengtheile oder Gangarten verlieren, welche sich der Reduction widersetzen oder einen zu hohen Brennmaterialaufwand veranlassen würden.

Diese unerläßlichen vorbereitenden Prozesse sind sehr verschieden und hängen von einer Menge örtlicher Eigenthümlichkeiten ab. Die Aufbereitungskosten belaufen sich per Tonne aufbereiteten Erzes auf 30,45 bis 50 und 60 Francs und oft höher, abgesehen von den unvermeidlichen Verlusten, welche bei den Wäscharbeiten vorkommen und nicht unter 25—30 Proc. betragen. Sehr häufig ist diese Concentration unmöglich, entweder weil die Gangart des Erzes aus Schwefelkies oder anderen ähnlichen Mineralien besteht, die eine fast gleiche Dichtigkeit mit dem Kupferkies haben, oder weil sich der Kupferkies in so feinen Theilchen in der Gangart eingesprengt, daß sie bei der Aufbereitung mit dieser verloren gehen würden.

Wenn man solche Erze vollständig abrösten und dann auf Schwarzkupfer verschmelzen wollte, so würde man ungeheuere Verluste erleiden, die man durch ein vollständiges Rösten und wiederholte Schmelzprozesse vermeidet; durch letztere erhält man Kupferstein, der sich bei jedem Schmelzen mehr concentrirt, wobei sich Arsen und Antimon, die fast immer in geschwefelten Kupfererzen vorkommen, verflüchtigen und das Schwarzkupfer reiner von Eisen wird, sich daher leichter und mit geringerem Abgange gaar machen läßt.

Dieses Verfahren wendet man auf sehr vielen deutschen Kupferhütten, z. B. am Unterharze an; es ist sehr complicirt und langwierig und beansprucht, ohne die mechanische Aufbereitung, 7, 8 bis 9 verschiedene Hüttenprocesse, nämlich wiederholte Röstungen und Schmelzungen, so wie wiederholtes Gaarmachen, ehe Gaarkupfer erlangt wird. Soll nun eine solche Zugutemachung Vortheile gewähren, so muß man wohlfeiles Brennmaterial benutzen können. Im Allgemeinen verbraucht man beim Zugutemachen von Erzen mit 10—12 Proc. Kupfergehalt 1 Theil Holzkohle auf 1 Theil Erz, um reines oder gaares Metall vorzustellen, in den Hütten zu Swansea in Wales verbraucht man sogar auf 1 Theil Erz $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{3}{4}$ Theil Steinkohle (freilich nur von geringer Güte). Bei wenigen reichen Erzen und theuren Kohlen wird n[illegible] Kupferhüttenbetrieb weit kostbarer und auch hin und wieder [illegible] hat man auch, wo keine günstigen

Umstände behülflich sind, das Zugutemachen der armen Erze fast überall aufgegeben.

Es ist sehr schwierig, die Productionskosten des auf trockenem Wege erzeugten Kupfers für Erze mit einem Gehalte von 1½, 2 bis 4 Proc. genau zu bestimmen. In den verschiedenen Hütten auf dem Continent, die P. zu besuchen Gelegenheit hatte und welche durch geringe Ankaufspreise der Materialien begünstigt wurden, betragen die Hüttenkosten bei Erzen von 4 bis 4½ Proc. Metallgehalt, mit Inbegriff der Brennmaterialien, der Zuschläge, der Abnutzung der Gezähe, der Arbeitslöhne per 100 Kilogr. Gaarkupfer 76 bis 120 Francs und bei ärmeren Erzen von 1½ bis 2 Proc. Gehalt 260 bis 280 Frcs. und darüber.

Um die vielen Nachtheile und großen Schwierigkeiten, womit die Verhüttung armer Kupfererze verbunden ist, zu heben, sind zahlreiche Gewinnungsmethoden auf dem nassen oder dem elektrochemischen Wege erfunden worden, und es werden dergleichen noch fortwährend erfunden.*) Von diesen Prozessen haben nur wenige die versprochenen Resultate geliefert, nicht sowohl wegen ihres relativen Werthes, als wegen der zu ihrer Ausführung verwendeten unerfahrenen Arbeiter und wegen der zu bedeutender Anlagekosten. Mehrere von diesen Methoden zur Cementkupfergewinnung werden jedoch mit Vortheil angewendet, wie z. B. zu Stadtbergen in Westphalen und zu Sterne am Rhein.**)

Das von Bechi und Haupt herrührende Verfahren hat mit den erwähnten Prozessen einige Aehnlichkeit und ermöglicht, wie diese, das Zugutemachen der armen Kupfererze, welche im Toscanischen und in anderen Ländern sehr ausgedehnt vorkommen; wenn es aber, wie zu Campannevechie, mit gutem Erfolg angewendet wird, so ist dieß nur eine einzeln stehende Thatsache, die ihre Unfehlbarkeit nicht beweisen kann. Es wurde später zu Temperino in der Compigliese eingeführt, scheint aber dort keine so genügenden Resultate gegeben zu haben. Rührt dieß nicht von der geringen Geschicklichkeit der Arbeiter, von der Beschaffenheit der Erze und von der unvollkommenen Röstung her? Wir können uns nicht darüber aussprechen; ohne den Werth der Erfindung zu schwächen, liefert der geringe Erfolg am letzterwähnten Orte nur den Beweis, daß neue Versuche gemacht werden müssen, ehe das Verfahren definitiv angenommen werden kann. Dies ist aber bei fast allen neuen Erfindungen der Fall; die meisten gelingen erst nach zahlreichen Versuchen.

Wir glauben jedoch, daß der schlechte Erfolg des Prozesses zu Temperino hauptsächlich von der Unvollkommenheit der Haufen- und der Ofenröstung herrührt. Die oben erwähnten Reactionen werden nur auf Kupferoxyd ausgeführt, denn das Schwefelkupfer kann durchaus nicht chlorirt werden. Die ganze Menge des Schwefelkupfers, welche das der fraglichen Behandlung unterzogene geröstete Erz enthält, wird in dem unlöslichen Rückstand der Operation vollkommen unangegriffen zurückbleiben.

Das Gesagte wird vollständig durch die Resultate der Analyse des gerösteten Erzes, welches man zu Temperino zu Gute zu machen versucht hat, bestätigt; der schon erwähnte Herr Weiß hat diese Analyse mit der größten Sorgfalt ausgeführt.

*) Die bis Ende 1854 bekannt gewordenen derartigen Prozesse findet man aufgeführt in Kerl's metallurgischer Hüttenkunde, Bd. II. S. 273 ff.

**) Siehe weiter oben S. 275 u. s. w.

Das geröstete Erz enthält in 100,000 Theilen:

Halb=Schwefelkupfer	Kupfer . . 1,900 Schwefel . 0,480	. . . . . .	2,380
Kupferoxyd . . .	Kupfer . 1,490 Sauerstoff . 0,548	. . . . . .	1,866
Eisenoxyd, Schwefeleisen, Thonerde Zinkoxyd, Schwefelzink		. . . .	32,269
Schwefelsäure, mit einem Theile der Oxyde verbunden		. . .	1,370
Kieselige Gangart (in den Säuren unlöslich)		. . . . .	62,115
			100,000

Gesammter Schwefelgehalt des Erzes	4,66 Proc.
Metallisches Kupfer in dem Schwefelkupfer	1,90 „
„ „ „ „ Kupferoxyd	1,49 „
Gesammter Kupfergehalt des gerösteten Erzes	3,39 Proc.

Die Analyse Weil's zeigt daher, daß das geröstete Erz von den 3,39 Proc. metallischen Kupfers nur 1,49 Proc. als Oxyd enthält, und daß folglich das Kupferausbringen durch das fragliche Verfahren in keinem Fall diese letztere Zahl übersteigen kann, weil die 1,90 Proc. metallischen Kupfers, welche im geschwefelten Zustande noch im Erze enthalten sind, in den Rückständen des Prozesses unangegriffen verbleiben.

Man hat deshalb bei dem zu Temperino mit jenem Erze unternommenen Betriebe zu keinen guten Resultaten gelangen können.

Aus diesen Thatsachen darf man folgern, daß, wenn es gelänge, das sämmtliche in dem Erz enthaltene Kupfer zu oxydiren, das Ausbringen wahrscheinlich dem Gesammtkupfergehalt des Erzes nahe kommen würde.

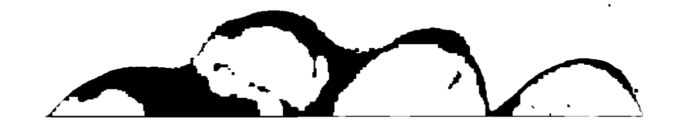
Wir haben nun noch den Betrieb des neuen Verfahrens zu Campannevechie in Bezug auf die Kosten zu verfolgen. Diese Selbstkosten sind auf einen Posten von 10,000 Kilogrammen Erz, welche gewöhnlich in einer Campagne verarbeitet werden, berechnet. Die betreffenden Angaben beruhen auf Petitgand's eigenen Untersuchungen, so wie auf den ihm mitgetheilten Hüttenbüchern und Rechnungen.

Die zerschlagenen und grobgeschiedenen Erze werden in Haufen von 250—300 Tonnen geröstet. Die Gewinnungs= und Förderungskosten bis auf die Halden, dann die Kosten für das Zerschlagen und Scheiden betragen zusammen per Tonne 7 bis 8 Francs.

Erster Prozeß. — Haufenröstung.

300 Tonnen.

Arbeitslöhne. — Die Herrichtung der Rösthaufen mit Holzbett und Holzschichten	150 Lire.
Holzkohlen. — 15 Lasten oder 2250 Kilogrm. à 7 Lire die Last	110 „
Holz. — 950 Reisigbündel, 3 Kilogr. an Gewicht, und 1500 Kilogrm. Scheitholz à 25 Lire	155,05 „
Zusammen	415,05 „



Es kosten daher 10 Tonnen (10,000 Kilogrm.) 14 Lire oder 11,70 Fr.

Zweiter Prozeß. — Zermahlen.

10 Tonnen.

Abnutzung der Mühlsteine, Transport der gerösteten Erze zur Mühle, Pochen, Zermahlen, Transport des Erzmehles zu den Röstöfen, zusammen beiläufig 24 Lire per Tonne, oder . . 18,32 Fr.

Dritter Prozeß. — Röstung und Chlorirung.

Dauer der Röstung: 2½ bis 3 Stunden; die 10 Tonnen bilden zwei Chargen für den Doppelröstofen mit Sohlen zu beiden Seiten des Herdes:

400 Reisbündel, Ankauf und Transport . . .	16 Lire.	
250 Kilogrm. Kochsalz	36 „	
Arbeitslöhne für vier Röster und zwei Gehülfen	10 „	
Reparatur und Unterhalt der Gezähe	0,10 „	
Zusammen	62,10 L.	52,50 Fr.

Vierter Prozeß. — Auslaugung und Fällung.

Transport des Erzmehls von den Oefen nach den Auslaugegefäßen, Füllen und Entleeren derselben; Fällen durch Kalk, Ablassen der Flüssigkeiten, Trocknen der Oxyde, an Gedinge à Lire die Tonne, für 10 Tonnen	20,00 L.	
Schwefelsäure von 35°, die 100 Kilogrm. 24 L.	10,00 L.	
Gebrannter Kalk, 500 Kilogrm.	6,00 L.	
Holz zum Trocknen der Oxyde	1,10 L.	
Zusammen	37,10 L.	31,50 Fr.
Gesammtsumme		114,02 Fr.

Man erhält am Ende dieser verschiedenen Prozesse 600—650 Kilogrm. Oxyd, welches mehr oder weniger Kalk und im Durchschnitt, nach den dortigen Proben, 28—30 Proc. Kupfer enthält. Es ist jedoch anzunehmen, daß diese Proben nicht sehr genau sind, denn nach den oben angeführten Analysen beträgt der Metallgehalt nur 24,12 Proc.

Rechnet man der obigen Geldsumme $\frac{1}{10}$ für unvorhergesehene Kosten, Abnutzung und Reparatur der Apparate, Verluste, Versehen ꝛc. hinzu, so gelangt man zu der runden Summe von etwa 125 Frcs., daher die Productionskosten von 100 Kilogrm. 20—21 Frcs. (also für 1 Zollcentner 2⅔—2⅝ Thlr.) betragen.

Die Oxyde werden auf dem trocknen Wege reducirt; man wendet zu Capanne-vecchie den Freiberger Krummofen dazu an, dessen Construction nichts Eigenthümliches darbietet. Es sind bei dem Betriebe desselben acht Arbeiter beschäftigt, welche 15 Frcs. Lohn erhalten. In 24 Stunden werden 10 Tonnen Oxyd mit 18 Last oder 2700 Kilogrm. Holzkohle, welche 110 Frcs. kosten, durchgesetzt. Ein Flammofen, mit einem zur Verbrennung von Holz vorgerichteten Rost und von geringeren Dimensionen als die gewöhnlichen, würde wohl zweckmäßiger zur Reduction so leichtflüssiger Substanzen sein.

Man erhält, wie schon oben bemerkt wurde, reichen Stein und Schwarzkupfer; der geröstete Stein wird auf Schwarzkupfer verschmolzen, dessen Gehalt 90—92 Proc. beträgt.

Vor Einführung der beschriebenen Methode betrugen zu Capanne-vecchie die Förderungs-, Aufbereitungs- und Schmelzkosten per 100 Kilogrm. aufbereitetes Erz 29—30 Frcs., und man gewann daraus kaum 11—12 Kilogrm. Gaarkupfer. Dieselben Verhältnisse findet man in manchen Hütten des westlichen Deutschlands, wie am Unterharz, in Hessen ꝛc., obgleich der Preis der Materialien den Betrieb begünstigt, wo sich aber die Kosten per 1000 Kilogrm. auf 200—250 Frcs. belaufen. Zu Szaska im Banat sollen jedoch die Gestehungskosten nur 178 Frcs. betragen.

Bei dem jetzt zu Capanne-vecchie angewendeten gemischten Verfahren gewinnt man 16—18 Kilogrm. Gaarkupfer mittelst einer Ausgabe von 10—15 Frcs.

Faßt man die obigen Daten zusammen, so ergeben sich als Productionskosten für 100 Kilogrm. Gaarkupfer:

Erz, 5500 Kilogrm.

Nasser Weg. — Oxyde, 425 bis 450 Kilogrm. . .		85 Frcs.
Schmelzung. — Schmelzkosten und Darstellung des Kupfersteins	12 Fr.	
Rösten und Schmelzen des Steins auf Schwarzkupfer	18,50 Fr.	
Gaarmachen	5 Fr.	
		35,50 Frcs.
	Summa	120,50 Frcs.

Das beschriebene neue Verfahren verdient daher wegen seiner einleuchtenden Vortheile, ungeachtet der Verbesserungen, welche es in der Folge erhalten wird, die Beachtung des praktischen Hüttenmannes in hohem Grade. Es zeichnet sich besonders dadurch aus, daß man die armen Erze ohne andere Aufbereitung als eine Handscheidung auf der Halde, benutzen kann, daß es keine kostbaren und lange Zeit beanspruchenden Anlagen erfordert, daß der Betrieb nicht viel Zeit erheischt und in jeder bestehenden Hütte eingeführt werden kann, da die neuen Anlagen sich auf die Räume zum Auslaugen und Fällen beschränken. Auch findet bei dem neuen Verfahren im Vergleich mit den bisherigen Methoden der geringste Metallverlust statt.

Der Oberingenieur Gruner zu St. Etienne hat im Bulletin de la Soc. de l'Ind minér. III, 291, Bemerkungen zu der obigen Beschreibung gemacht, aus denen wir das Nachstehende hier folgen lassen:

Herr Simonin versichert, daß man zur Beförderung der Oxydation der geschwefelten Substanzen gewöhnlich etwas Salpeter zusetzte.

Die 38,8 schwefelsaurer Kalk in der obigen Analyse enthalten 22,68 Schwefelsäure, während die gesammten metallischen Basen 37 geben. Es scheint demnach, daß die 14 oder 15 fehlenden Theile Schwefelsäure durch ein gleichbedeutendes Verhältniß von Chlor ersetzt werden müßten. Es muß aber bemerkt werden, daß ein bedeutender Bruchtheil schwefelsaurer Kalk in dem Wasser gelöst geblieben ist, und daß außerdem die metallischen Sulfate in der gerösteten Masse als Subsulfate vorkommen mußten. Es folgt daraus, daß, wie wir weiter oben bemerkt haben, die gerösteten Substanzen hauptsächlich aus schwefelsauren Metallen bestehen und Chloride nur in verhältnißmäßig geringen [illegible] kommen.

Man kann daher [illegible] fen, welchen Zweck der Zusatz von

Kochsalz haben kann, und ob eine doppelte Röstung ohne dasselbe nicht zu demselben Resultat führen würde?

Die Antwort scheint Herrn Gruner nicht zweifelhaft, besonders wenn man am Ende der Operation die geröstete Masse mit trockener, gasförmiger schwefliger Säure durchdringen könnte, um das Kupferoxyd zu sulfatisiren. Man könnte auf verschiedene Weise dazu gelangen, das einfachste Verfahren scheint das nachstehende zu sein:

Man wendet einen Flammofen mit doppelter Sohle an, und während man die eigentliche Röstung auf der, der Sohle am nächsten liegenden Sohle bewirkt, wird die vorher geröstete Charge auf der zweiten Sohle der Einwirkung der mit Luft vermischten schwefeligen Säure, die von der zweiten Sohle kommt, ausgesetzt. Es würde übrigens die Sulfatisirung erleichtert werden, wenn man Wasserdämpfe anwenden wollte.

Der Bergingenieur und Professor Law hat neuerlich im Laboratorium der Bergschule zu St. Etienne gefunden, daß auch das Kupferoxyd sich unter der dreifachen Einwirkung der Säure, Luft und Wasserdampf sehr leicht in Sulfat verwandelt. Er hat auch ferner gefunden, daß man zu demselben Resultat gelangt, wenn man das Kupferoxyd mit Schwefelkies röstet.

Statt die erste Röstung in freien Haufen vorzunehmen, könnte man sie auch in einem Schachtofen ausführen und die sich bei diesem Prozeß entwickelnde schweflige Säure zur Sulfatisirung des zerkleinerten Erzes benutzen. Kurz, wenn der Bechi'sche Prozeß günstige Resultate gewährt, so muß man, wie Herr Gruner meint, und bis bessere Belehrung das Gegentheil zeigt, dieß weniger dem Einfluß des Kochsalzes, als dem Zermalmen des Erzes zuschreiben, wodurch die geschwefelten Substanzen vollständig oxydirt werden können.

Das grünlich getrocknete Mehl wird zu Campannevechie einem gewöhnlichen Reductionsschmelzen unterworfen. — Ein erstes Schmelzen im Krummofen giebt Concentrationsstein durch Reduction des schwefelsauren Kalkes, und nachdem dieser Stein sorgfältig geröstet worden ist, wird er auf ein sehr reines Schwarzkupfer verschmolzen.

Der ganze Kupferverlust soll nach Simonin's Angabe bei diesem Prozesse nur 12,5 Procent betragen.

Fünftes Capitel.

Die Zugutemachung armer, silberhaltiger Kupfererze im Mansfeldschen*).

Die Berg- und Hüttenwerke im Mansfeld'schen, im Preuß. Bergamtsbezirke Eisleben gehörten früher mehren Gewerkschaften — der Silber-, Kreuz-, Kupferkammer-, Ober- und Mittelhüttischen — sind aber seit Anfang 1852 zu einer mächtigen Gesellschaft, der „Mansfeld'schen Kupferschiefer bauenden Gewerkschaft", die ihren Sitz in Eisleben hat, verbunden. Es hat diese Gesellschaft, die zwar nicht als ein eigentlicher Aktienverein angesehen werden kann, sich aber durch ihre, von derjenigen der gewöhnlichen Gewerkschaften abweichenden Verfassung, einem solchen nähert, auch einen bedeutenden Besitz von Waldungen. Die jetzige Verwaltung hat die vorhandenen Hütten und die in ihrem Besitz befindlichen Waldungen, so viel als thunlich zu benutzen gesucht; sie hat die Technik und dem Haushalt beim Bergbau und Hüttenbetriebe gegen sonst, wesentlich verbessert. Besonders trifft dieß die Ofenconstruction, die Betriebsführung und die Silberextraction, so daß die Mansfelder Werke in jeder Beziehung als Musterwerke angesehen werden können.

Beim Studium der Mansfelder Hüttenprozesse muß wohl berücksichtigt werden, daß die Gewerkschaft die Verpflichtung hatte und noch hat, das schon Vorhandene zu benutzen und es nur nach und nach, ohne den Betrieb zu stören, verbessern konnte.

---

*) Herr Rivot hat diese Beschreibung der Mansfelder Hüttenprozesse zum Theil einer Abhandlung des französ. Bergingenieurs Law im 20. Bde. der 4. Reihe der Annales des Mines entnommen, die Unterzeichneter in der berg- u. hüttenm. Zeitung 1852, Nr. 25 2c. deutsch mittheilte. Sie bezieht sich auf das Betriebsjahr 1850. Die vielen wesentlichen neuern Verbesserungen hat derselbe so viel als thunlich aus der amtl. preuß. Zeitschrift und aus andern Quellen nachzuführen gesucht. Leider fehlt es uns an einer tüchtigen Monographie der eben so wichtigen als interessanten, neuerlich so sehr vorgeschrittenen Mansfelder Hüttenprozesse, wie wir sie durch Kerl vom Ober- und Unterharze besitzen. Die vorliegende hat manche Mängel!

Hartmann.

…iner ganz eigenthümlichen Lagerstätte vor, die
… Mergelschiefer (Kupferschiefer), aufliegend
…deckt mit Kalkstein, Dolomit, Gyps ꝛc.,
…erstes Glied auch der Kupferschiefer
… nur gering an Stärke und arm an
…wundernswürdigen Regelmäßigkeit aus,
…ugebäude mit ihren meilenlangen Stollen
…uhang zu bringen waren, und in gleicher
…g fortzuführen sein werden.
…t des Flötzes, dessen erzhaltige Bänke zusammen
… Zoll stark sind, läßt sich daraus entnehmen, daß
…uhrung 1 Quadratlachter Flötzfläche nur 20 Ctr.
…Haufwerk) schüttet und in diesen nicht mehr als ½ Ctr.
…der jährliche Abbau muß also immer doppelt so viel
…hinwegnehmen, als Centner Kupfer gewonnen werden. Der
…r enthält jedoch reichlich 1 Mark oder ½ Pfd. Silber, und
…t ist es, wodurch hauptsächlich der in Rede stehende Bergbau
…ehnlichen Ertrag aufbringt. Der Silbergehalt hat überdieß in
… Zeit zugenommen und wird auch in Folge vielfacher Verbesserungen
…Hüttenbetriebes vollständiger ausgebracht.

Der Mansfeldsche Kupferschieferbergbau wird in drei besondern Gruppen betrieben, von denen die eine zwischen Gerbstedt und Leimbach gelegenen unter Reviere umfaßt, und deren sämmtliche Baue an dem Rande der sogenannten Mansfeldschen Mulde umgehen, während die Sangerhäuser Reviere ganz abgesondert nördlich der Stadt Sangerhausen liegen.

Der Kupferschiefer, das zu verarbeitende Erz, ist ein Gemenge von Kalk, Thon und Bitumen nebst verschiedenen metallischen Substanzen, hauptsächlich Kupferglanz, Kupferkies, Buntkupfererz, gediegen Kupfer und Silber, Rothkupfererz, Malachit, Lasur, Kobalt- und Nickelerzen, Bleiglanz, Blende, Molybdän- und Vanadinverbindungen ꝛc. Das Hangende des zwischen dem Rothliegenden und dem Zechstein abgelagerten Kupferschiefers bilden kupferhaltige kalkige Lagen (Noberge und Dach), das Liegende desselben, ein Sandstein mit kalkigem und thonigem Bindemittel (Weißliegendes), welches ein Paar Zoll tief mit Erzen (Sanderzen) imprägnirt ist. Nach Berthier besteht der rohe Schiefer aus:

Kieselerde	40,0
Thonerde	10,7
Eisenoxyd	5,0
Kohlensaurer Kalk	19,5
Kohlensaure Talkerde	6,5
Kali	2,0
Kupferkies	6,0
Wasser und Bitumen	10,3
	1000.

Der Kupfergehalt der Schiefer schwankt zwischen 2½ bis 5 Proc.; die Schiefer der obern Reviere enthalten 2½ bis 3½ Pfd. Kupfer im Centner von 110 Pfd., selten 4½ bis 5 Pfd. und in einem Centner dieses Kupfers 18 bis 24 Loth Silber. Die Schiefer der untern Reviere enthalten 2¼ bis 5 Pfd. Kupfer und der Silbergehalt des letzteren beträgt 16—19 Loth. —

Die Roberge des Sangerhäuser Reviers werden bei $1\frac{3}{4}$ Pfd. und das Dach bei $1\frac{3}{8}$ bis $1\frac{3}{4}$ Pfd. Kupfer im Centner verschmolzen. Die Sanderze enthalten durchschnittlich $5\frac{1}{2}$ bis $6\frac{1}{2}$ Pfd. Kupfer im Centner, die unter 4 Pfd. enthaltenden werden aufbereitet.

Das Verschmelzen der Schiefer, die Roharbeit geschieht auf der Kreuzhütte bei Leimbach, Kupferkammerhütte bei Hettstedt, Friedeburger Hütte, Ober- und Mittelhütte bei Eisleben und der Sangerhäuser Hütte. Kürzlich ist eine neue Hütte, die Eckarthütte bei Leimbach erbauet, aber noch nicht im Betriebe.

Die Verschiedenheiten der Erze haben einen wesentlichen Einfluß auf den Betrieb der Rohhütten. Es werden aber hier nicht alle Verschiedenheiten der hüttenmännischen Zugutemachung beschrieben werden, sondern um die Prozesse mit den Hauptarten der Erze, dem gewöhnlichen Kupferschiefer, den sehr quarzigen Sanderzen und den unreinen Erzen, die viel Blende, Bleiglanz, Arsenkies und Arsenio-Sulfurete von Nickel und Kobalt enthalten.

In der Kreuzhütte bei Leimbach werden hauptsächlich die Kupferschiefer des Glückaufer und des Kuxberger Reviers zu Gute gemacht; sie enthielt 1854 vier Großöfen, verschmolz 5721 Fuder (à 60 Ctr.) Erze, „Minern" genannt, und stellte 26890 Ctr. Rohstein dar. Es wird mit heißer Luft geblasen und das Cylindergebläse mit Wasser getrieben.

In der Ober- und Mittelhütte bei Eisleben waren zwei Groß- und vier Kleinöfen im Betriebe und es wurden die ziemlich strengflüssigen Schiefer des Schafbreiter Reviers verschmolzen und zwar theils mit, theils ohne erhitzte Luft. Es wurden aus 4116 Fuder Schiefer 13113 Ctr. Rohstein gewonnen. Die Gebläse auf beiden Hütten sind Cagniardellen, die mit Wasser betrieben werden.

Die Kupferkammerhütte bei Hettstädt wird von den Revieren Burgörner und Nr. 31 mit Schmelzgut versehen. Sie enthält zwei Groß- und zwei Kleinöfen, welche ihren Wind durch ein Cylindergebläse erhalten, welches neuerlich in trocknen Zeiten durch eine Locomobile, neben der Wasserkraft, in Bewegung gesetzt worden ist. Der Wind wird nur erwärmt angewendet. 1854 wurden aus 3131 Fudern Erzen 16994 Ctr. Rohstein gewonnen.

Die Friedeburger Hütte hat vier Kleinofen, welche mit kaltem Winde, den ein Balgengebläse erzeugt, Schiefer aus dem Reviere Nr. 32 verarbeiten. 1854 wurden aus 2230 Fudern Schiefer 11663 Ctr. Rohstein erzeugt.

Die Sangerhäuser Hütte enthält zwei Großöfen mit einem Cylindergebläse, welches neben einem Wasserrade auch mit einer Locomobile als Hülfsmaschine versehen ist. 1854 wurden aus 906 Fudern Erzen, bei heißer Luft, 5176 Ctr. Stein dargestellt.

Außer diesen Rohhütten, von denen die Kupferkammerhütte auch noch einen Flammofen zum Concentriren des Rohsteins zu Spurstein enthält, sind die Gottesbelohnungshütte bei Hettstädt zur Entsilberung des Rohsteins, so wie zum Verschmelzen der entsilberten Rückstände auf Schwarzkupfer und zum Verschmelzen des Flugstaubes, so wie endlich die Gaarhütte bei Hettstädt (ehemalige Saigerhütte) vorhanden. Auf der letztern Hütte werden auch alte Haldenschlacken verschmolzen.

Im Jahr[illegible] waren auf alle diesen Hüttenwerken im Betriebe:

27 Schachtöfen (Klein- und Großöfen);
15 Flammöfen, von denen zwei mit Braunkohlengasen gefeuert werden;
10 Gaarherde;
1 Doppelsaigerofen;
2 Mahlwerke mit 10 Gängen;
1 Silberextractionsanstalt mit 10 Laug-, 21 Silber-Fällungs- und 8 Kupfer-Fällungs-Bottichen.

Es wurden auf sämmtlichen Hütten 565 Arbeiter beschäftigt.

Auf die Productions- und Haushaltsverhältnisse im Allgemeinen kommen wir zurück.

Brennmaterialien. — Obgleich, wie schon bemerkt, die Gewerkschaft bedeutende Waldungen besitzt, so kosten doch die Kohlen, der hohen Transportkosten wegen, auf der Hütte 41 bis 43 Frcs. die Tonne; Holz ist wegen des noch theurern Transports, verhältnißmäßig noch theurer, indem die Tonne 15 Frcs. kostet.

Man gebraucht daher auch viel Kokes, theils von den Berliner Gaswerken, theils aus England über Hamburg, theils aus Wettin, Sachsen, dem Schaumburgischen und von der Ruhr kommend; rohe Steinkohlen kommen aus Sachsen. Die Tonne kosten 55 bis 60 Frcs. (der Ctr. 24 Sgr.), die englischen sind noch theurer, aber auch besser.

Beim Rohschmelzen werden, außer zu Sangerhausen, wo man etwa zwei Drittel Holzkohlen anwendet, nur Kokes, zu Leimbach auch mit einem Zuschlag von rohen sächsischen Steinkohlen, benutzt.

Zuschläge. — Der einzige natürliche Zuschlag bei dem Rohschmelzen ist der Flußspath von dem in nicht weiter Entfernung von Sangerhausen mehrere Gänge gebaut werden. Die Tonne davon kostet auf den Hütten, je nach deren Entfernung von den Gruben, 14—16 Frcs. Außer Flußspath wird auch auf der Kreuzhütte noch Spurschlacke, die bei der Concentration des Rohsteins im Flammofen fällt, und auf der Sangerhäuser Hütte wird auch Schwefelkies zugeschlagen.

Verschiedene Materialien. — Zum Bau der Hütten und der äußern Ofenmauern findet sich in ihrer Nähe gutes Material, auch liefert der Sandstein, welcher das Liegende des Kupferschiefers bildet, sehr gute feuerfeste Steine für die Gestelle und die Sohlen der Oefen; ihre Kosten beziehen sich fast ausschließlich auf das Brechen und Behauen.

Feuerfeste Ziegelsteine werden zu Salzmünde an der Saale aus einem Thon von mittelmäßiger Güte fabricirt; ihr Preis ist nicht bedeutend, allein sie können nur zu den Ofenschächten und zu den Röstöfen für den Stein verwendet werden.

Das Eisen zu den Verankerungen und zu dem Gezähe wird zu mäßigen Preisen angekauft.

Arbeitslöhne. — Die Schmelzer verdienen gewöhnlich 2 Frcs. in der Schicht; fast alle Arbeiten werden in Verding gegeben und die Löhne dafür so berechnet, daß die angegebene Zahl nicht wesentlich überschritten wird. Die sich gleichbleibende Beschaffenheit der Erze gestattet eine große Regelmäßigkeit bei den verschiedenen Arbeiten.

Tagelöhner werden mit 1,25 bis 1,50 Frcs., je nach ihrem Alter und den Arbeiten, die sie auszuführen haben, gelohnt.

Aufseher und Meister erhalten 3 bis 4 Frcs. täglich.

Uebersicht der Hüttenprozesse. — Die sämmtlichen Hüttenprozesse zerfallen in 3 Hauptabtheilungen:

A. Das Rohschmelzen oder die Darstellung des reichen und reinen Steins, des Roh- und des Spursteins, in welchen aller Kupfer- und Silbergehalt der Erze concentrirt ist.

B. Die Entsilberung des Steins.

C. Die Verarbeitung der kupferhaltigen Rückstände von der Silberextraction auf Schwarzkupfer und das Gaarmachen und Raffiniren desselben.

A. Die Darstellung des Steins. — Die Anzahl der Prozesse, welche diesen ersten Theil der Zugutemachung des Kupferschiefers umfaßt, und die Details derselben sind nach der Beschaffenheit der Erze wesentlich verschieden. Wir wollen hier nur, wie schon weiter oben bemerkt wurde, 3 Hauptfälle unterscheiden:

a) gewöhnliche Erze; a') strengflüssige Erze; a'' unreine Erze.

a) die gewöhnlichen Erze, Schiefer mit eingemengten geringen Mengen von dem Sandstein des Liegenden (Sanderzen) und mit dem Kalkstein des Daches (Nobergen) werden in großen Haufen, bei denen die bituminösen Stoffe des Schiefers das Haupt-Brennmaterial bilden, geröstet. Die Schwefelmetalle, die in den Minern verarbeitet sind, werden dabei nur schwach oxydirt, so daß der Prozeß auch weit eher ein Brennen, wie es auf den Hütten genannt ist, als ein wirkliches Rösten ist.

Die gebrannten Schiefer werden alsdann in Schachtöfen, bei denen man, wie schon bemerkt, Groß- und Kleinöfen unterscheidet, im Allgemeinen mit Kokes, und nur zu Sangerhausen mit Holzkohlen, und mit Zuschlag einer veränderlichen Menge Flußspath auf Stein verschmolzen. Man nennt den Prozeß das Rohschmelzen. Derselbe giebt zwei Hauptproducte: Stein und Schlacken. Der Stein, Rohstein, weicht in Kupfer- und Silbergehalt auf den verschiedenen Hütten ab. Der Stein der Leimbacher und der Eislebener Hütten enthält z. B. 40—50 Proc. Kupfer und 9—12 Lth. Silber. Der Stein von Kupferkammer-, Friedeburger- und Sangerhäuser-Hütte nur 30 Proc. Kupfer und darunter. Der Gehalt schwankt wie der in den oberen und unteren Scheiben Stein in einer und derselben Hütte. Er ist entweder rein und reich genug, um direct zur Silberextraction zu gelangen, oder er muß vorher concentrirt werden. Die Rohschlacken werden theils abgesetzt, theils in Schmelzen gegeben, theils zu Schlackensteinen geformt, theils zu Knäueln geballt und als Heizmaterial benutzt. Die wiederum als Zuschlag verwendete Schlacke hat entweder schwarze Farbe und enthält alsdann 6—8 Lth., oder rothe Farbe und enthält alsdann 12—13 Lth. Kupfer im Centner.

a') Die strengflüssigen Erze werden auf dieselbe Weise zu Gute gemacht; gebrannt werden nur die Schiefer und die Noberge. Bei dem Rohschmelzen muß man mehr Flußspath und auch etwas Schwefelkies zuschlagen. Der gewonnene Stein ist kupferreicher, aber silberärmer, als der aus den gewöhnlichen Erzen dargestellte. Er enthält gewöhnlich 15 Proc. Kupfer und 120 Grmm. Silber in 100 Kilogrmm. Kupfer.

a'') Die Zugutemachung der unreinen Erze ist viel verwickelter, weil man den größten Theil des Arsens, Zinks, Bleis, Nickels und Kobalts verflüchtigen oder verschlacken muß, indem ihr Vorhandensein in dem Stein die Silberextraction [illegible] [illegible]hweren würde. Es muß auch ein Theil des Eisens in den [illegible] [illegible]ses Erz begleiten, verschlackt werden.

Die Erze werden alle in großen Haufen geröstet und dann auf Stein geschmolzen, welches in Großöfen mit Zuschlag von Flußspath geschieht. Die Hauptproducte von diesem Rohschmelzen sind Rohstein und Rohschlacken.

Der Rohstein enthält nicht mehr als 35 Proc. Kupfer, allein er enthält viel Schwefel und die Silberextraction benachtheiligende Substanzen. Die Schlacken sind sehr kupferarm und können fast gänzlich abgesetzt werden. Dieser erste Stein wird in Stadeln in zwei Feuern geröstet und dann in einem Kleinofen verschmolzen, wobei kiesige Schlacken von dem ersten Schmelzen zugeschlagen werden. Man erhält wiederum 2 Producte: Stein und Schlacke. Der Stein enthält eine hinreichende Menge von Kupfer und Silber und ist zu gleicher Zeit reich genug, um der Silberextraction unterworfen zu werden. Er enthält gewöhnlich 50 bis 52 Proc. Kupfer und 220 Grmm. Silber in 100 Kilogrmm. Stein.

B. Die Silberextraction. — Man hat im Mansfeld'schen, seitdem man im Jahr 1831 die Saigerung abgeworfen, mehrere verschiedene Prozesse zur Silbergewinnung angewendet. Zuvörderst griff man zur Amalgamation der Kupfersteine, welche zur Gottesbelohnungshütte eingeführt wurde; man zog dadurch das Silber vollständiger aus und erreichte eine weit bessere Reinigung des Kupfers. Kaum war aber diese Kupferstein-Amalgamation auf einen hohen Grad der Vollkommenheit gebracht, als zwei Mansfelder Beamte fast gleichzeitig zwei neue Entsilberungsmethoden auf nassem Wege erfanden. Die erste Erfindung war die des Königl. Berggeschwornen Augustin zu Eisleben, der die Gewinnung des Silbers mit einer Kochsalzsolution bewirkte. Die andere Erfindung wurde von dem Hüttenmeister Ziervogel, damaligen Dirigenten des Amalgamir-Werks zur Gottesbelohnungs-Hütte gemacht und bestand in der Extrahirung des Silbers aus dem Kupferstein mit heißem Wasser. Beide Prozesse, sowohl die Kochsalz- als auch die Wasserlaugerei wurden eine Zeit lang versuchsweise auf der Gottesbelohnungs-Hütte neben einander betrieben, bis endlich die einfachere und weniger kostspielige Wasserlaugerei den Sieg davongetragen hat. Wir wollen beide Prozesse hier kurz überblicken.

Augustin's Kochsalzlaugerei. — Die Steine werden durch Pochen und Mahlen zwischen zwei Mühlsteinen zerkleinert und dann in einem Flammofen mit doppelter Sohle geröstet. Auf der obersten Sohle sucht man die Oxydation und die Sulfatisation der Metalle hervorzubringen; auf der untern Sohle muß die Temperatur hoch genug sein, um die fast vollständige Zersetzung der Eisen- und Kupfersulfate zu bewirken. Wenn man gegen das Ende der Röstung durch Proben erkannt hat, daß die Zersetzung der Sulfate hinreichend vorgerückt ist, so setzt man auf der untern Ofensohle dem rothglühenden Stein eine gewisse Menge Kochsalz zu. Durch Einwirkung des Salzes werden die Sulfate in Chlorüre verwandelt; es erfolgt dieß sehr schnell, so daß man kurze Zeit nach dem Einbringen des Salzes den Röstofen entleeren kann.

Die gerösteten und chlorürten Steine werden nun dem Auslaugen unterworfen. Man bringt sie zu dem Ende in große hölzerne Bottiche, in welche man ununterbrochen eine heiße concentrirte Salzlösung gelangen läßt; man verlängert ihre Einwirkung bis zur gänzlichen Auflösung des Chlorsilbers. Kann man die Kochsalzlauge unter Druck auf das Röstgut einwirken lassen, so wird dadurch die Entsilberung beschleunigt.

Man erhält bei diesen verschiedenen Prozessen zwei Producte: Salz-

sohle und die mit der concentrirten Salzlösung imprägnirten concentrirten Salzlösungen. Die Salzsohle enthält Chlorsilber, so wie die Chlorüre aller übrigen in den Steinen enthaltenen Metalle aufgelöst. Man führt sie langsam durch eine Reihe von Bottichen, die über einander angebracht und mit Hähnen versehen sind, durch welche man die Geschwindigkeit der Bewegung der Flüssigkeit von einem Bottich in den andern nach Belieben reguliren kann. Die ersteren enthalten Cementkupfer, welches das Silber ausfällt, die letzteren dagegen Eisenstücke, durch welche die Fällung des Kupfers bewirkt wird.

Die Eisenvitriol= und glaubersalzhaltige Kochsalzlauge wird alsdann in flache Kästen geführt, in denen durch die Einwirkung der Luft der größte Theil des Eisens gefällt wird. Die geklärten Wasser werden mittelst einer Pumpe in einen Concentrationskessel emporgehoben.

Zu bestimmten Zeiten nimmt man aus den Bottichen das auf das Kupfer abgesetzte Silber und das durch Eisen gefüllte Kupfer heraus. Das Silber wird gereinigt und in Formen gegossen; das Kupfer wird mit vielem Wasser gewaschen, um das in Körnern vorkommende von den sehr feinen und sehr oxydirbaren Metalltheilchen und von den Eisensubsalzen zu trennen. Das ausgewaschene Cementkupfer wird nur zur Fällung des Silbers benutzt; die aus den Kästen geleiteten Waschwasser abgesetzten Schlämme dagegen werden, nebst den Rückständen von dem Auslaugen, auf Kupfer zu Gute gemacht.

Die in den Lösungsbottichen enthaltenen Rückstände werden wiederholt mit heißem Wasser ausgelaugt, dann in Haufen auf die Hüttensohle geworfen und, wenn sie etwas lufttrocken geworden sind, nach den Schwarzkupferöfen geschafft. Ein Theil der Waschwasser enthält so viel Salz, daß es zum Abdampfkessel gelangt.

Die endlichen Producte der Kochsalzlaugerei sind daher: Silber in Eingüssen und die kupferhaltigen Rückstände, welche die Metalle im oxydirten Zustande enthalten.

Ziervogel's Wasserlaugerei. — Dieses Verfahren unterscheidet sich von dem vorhergehenden in einem sehr wesentlichen Puncte; man verwandelt das schwefelsaure Silber nach der Röstung nicht in Chlorsilber, sondern sucht es vollständig in warmem Wasser aufzulösen. Die Reihe der Prozesse ist die folgende:

Pochen und Mahlen des Steins;

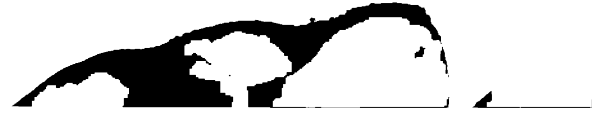
Röstung in einem Flammofen mit 2 Sohlen; Auflösung der Sulfate in heißem Wasser; Fällung des Silbers durch Cementkupfer.

Fällung des Kupfers durch Eisen; Reinigung des Silbers und Gießen in Formen.

Auslaugung des durch das Eisen gefällten Kupfers.

Die Cementkupferkörner werden zur Silberfällung benutzt; die Rückstände von dem Auslaugen und die feinen Substanzen, die von dem Auswaschen des gefällten Kupfers herkommen, läßt man auf der Hüttensohle ablaufen, worauf sie zum Schwarzkupferschmelzen gelangen.

Zu beiden Verfahrungsarten können dieselben Apparate benutzt werden, mit Ausnahme des Concentrationskessels für die Salzsohle und der großen Klärungsgefäße, die der Augustin'schen Kochsalzlaugerei eigenthümlich sind.



C. Zugutemachung auf Gaarkupfer. — Dieser letztere Theil der Mansfelder Hüttenprozesse umfaßt zwei Arbeiten:

c) das Schwarzkupferschmelzen der Extractionsrückstände;

c') das Gaarmachen des Schwarzkupfers im kleinen Herde.

Der erstere Prozeß wird auf der Gottesbelohnungs-Hütte ausgeführt, während das Schwarzkupfer zum Gaarmachen nach der ehemaligen Saigerhütte geschafft wird.

c) Schwarzkupferschmelzen. — Die ausgelaugten Rückstände werden mit etwas Thon zu Steinen geformt und entweder an der Luft oder über den Oefen getrocknet. Man verschmilzt diese Thonbatzen in einem kleinen Ofen mit schwefelnden Materialien, Gyps, Kies, Spurstein, so wie auch mit Quarzsand, der als Fluß für das Eisenoxyd benutzt wird; man schlägt der Beschickung noch Schlacken von dem Prozeß selbst und Gaarschlacken zu.

Man erhält bei diesem Schmelzen drei Hauptproducte: Schwarzkupfer, Stein und Schlacken.

Das Schwarzkupfer ist rein genug, um direct zum Gaarmachen zu gelangen; der Stein ist sehr kupferreich, enthält aber nur wenig Schwefel; er wird in Stücke zerschlagen und gelangt ungeröstet in die Beschickung. Die Schlacken sind nicht gänzlich kupferrein; sie enthalten eine sehr verschiedene, im Allgemeinen geringe Menge von Kupferoxydul, so wie auch Körner von Schwarzkupfer und Stein. Die reichsten kommen in den Schmelzprozeß zurück, während die anderen weggestürzt werden, da ihr Kupfergehalt nicht hoch genug ist, um die Transportkosten nach den Rohhütten tragen zu können.

c') Das Gaarmachen des Schwarzkupfers. — Das Schwarzkupfer wird auf die gewöhnliche Weise im kleinen Herde gaar gemacht; man gewinnt nur Rosetten. Schlacken und Krätz vom Gaarmachen werden nach der Gottesbelohnungs-Hütte geschafft und dort beim Schwarzkupferschmelzen zugeschlagen.

Man hat auch mehrere Jahre lang zahlreiche Versuche gemacht, um das Schwarzkupfer in einem englischen Flammofen, der durch Generator-Gase gefeuert wurde, gaar zu machen und zu raffiniren. Wir werden weiter unten auf die Versuche zurückkommen, über die es dem Verfasser an Notizen fehlte, die der Bearbeiter zu ergänzen suchen wird.

Beschreibung des Materials. — Um die Beschreibung der Mansfelder Hüttenprozesse nicht unnöthig zu verlängern, soll die Einrichtung der Hütte selbst unberücksichtigt und es sollen nur die hauptsächlichsten Apparate beschrieben werden. Es gehören hierher: die Groß- und die Kleinöfen zum Steinschmelzen; die Halbhohöfen, die zum Schwarzkupferschmelzen dienen. Die Flammöfen zum Concentriren des Rohsteins; die Flammöfen mit zwei Sohlen zum Rösten bei der Silberextraction; die Auslauge- und Fällungsgefäße.

Die Großöfen. — Es ist ein solcher in Fig. 1, Taf. V im senkrechten Durchschnitt nach der Linie CD, Fig. 2;

und in Fig. 2 im horizontalen Durchschnitt AB, Fig. 1 dargestellt.

Die ehemals auf den Rohhütten benutzten Oefen, die sogenannten Kleinöfen, sind nach und nach durch größere, sogenannte Großöfen, die einen Rost haben und wie die Eisenhohöfen eingerichtet sind, ersetzt. Es sollen die Kleinöfen hier nicht beschrieben werden, denn obgleich im Jahr 185

auf den sämmtlichen Rohhütten noch 12 Klein- und nur 8 Großöfen im Betriebe waren, so kommen letztere, wegen ihrer bessern Betriebsresultate, doch immer mehr und mehr in Gebrauch, indem man die älteren Kleinöfen nach und nach abwirft. Die auf der Kupferkammerhütte zur Verschmelzung der unreinen Erze dienenden Kleinöfen sollen weiter unten näher erwähnt werden.

Der innere Raum eines Großofens zerfällt in 4 Theile: in den Schacht, die Rast, das Gestell und den Herd. Der horizontale Querschnitt der beiden ersteren ist kreisförmig, der des Herdes trapezoidal; die Gestellwände bilden einen stufenweisen Uebergang von der Rast zum Herde.

Die Hauptdimensionen sind im Metermaß folgende:

Schacht: Höhe 2,80 Meter; Durchmesser in der Gicht 0,78 Meter; Durchmesser im Kohlensack 1,42 Meter.

Rast: Höhe 0,63 Meter; unterer Durchmesser 0,89 Meter.

Gestell: Höhe 0,90 Meter.

Herd: mittlere Höhe 0,70 Meter; der Querschnitt in der Formebene ist ein Trapez, dessen Basen 0,80 und 0,66 Meter sind, während die Länge desselben 0,73 Meter beträgt.

Der Bearbeiter giebt noch die Dimensionen eines von den 4 Großöfen auf der Kreuzhütte im preußischen Maß an:

untere Weite des Gestelles	2	Fuß	6 Zoll
obere „ „ „ und untere Weite der Rast	3	„	9 „
obere „ der Rast und untere Weite des Kohlensacks	5	„	8 „
obere „ desselben	5	„	8 „
Weite an der Gicht	3	„	— „
Höhe des Gestelles	5	„	— „
Höhe der Rast	2	„	6 „
Höhe des Kohlensacks	1	„	3 „
Höhe des Schachtes	11	„	3 „

Der von eisernen Cylindergebläsen, die von Wasserkraft und auf einigen Hütten auch in trockenen Jahreszeiten durch Dampfkraft betrieben werden, gelieferte Wind wird in besonderen Apparaten, die gewöhnlich mit Reisholz gefeuert werden, erwärmt und durch 3 Formen an drei Seiten des Ofens und in gleicher Ebene liegend, in den Ofen geführt. Die Formen sind gußeiserne Wasserformen, die Düsen bestehen aus Blech und der Durchmesser ihrer Oeffnung beträgt 0,042 Meter. Der Schacht besteht aus feuerfestem Ziegelstein und es ist das dadurch gebildete Futter 0,30 Meter stark.

Die meistens quadratisch geformte Rast und das Gestell bestehen aus Sandstein. Die Stärke des feuerfesten Apparates nimmt vom Kohlensack bis zu der Formebene an der Hinterwand und an den beiden Seiten von 0,30 bis 0,50 Meter und an der Brust bis 0,53 Meter zu.

Das ganze feuerfeste Mauerwerk ruht auf einem Bodenstein von Sandstein, dessen Oberfläche von der hintern Seite bis zur Brust 10 Grad Neigung hat.

Der Bodenstein liegt auf einer dicken Schlackenbettung und diese auf einem Fundament aus Mauerwerk.

Die Brust wird von einem sehr flachen Sandsteingewölbe getragen, dessen Schlußstein 0,55 Meter [illegible] Bodenstein liegt. Der vordere Theil des Herdes [illegible] einen Sandstein, einen Damm- oder Wallstein [illegible] 0,45 [illegible] geschlossen. Jedoch verschli[illegible] der Brust

nicht vollständig, sondern läßt auf drei Seiten einen freien Raum von etwa 0,10 Meter Weite. Während des Betriebes sind dieselben mit feuerfestem Thon geschlossen und es sind darin die nöthigen Oeffnungen zum Abfluß der Schlacken und zum Abstechen des Steins angebracht.

Uebrigens ist die ganze Einrichtung des äußern Ofengemäuers mit seinen 4 Gewölben, dem Arbeits= und den 3 Formgewölben, in den Figg. 1 und 2 so deutlich dargestellt, daß eine weitere Beschreibung unnöthig sein würde. Unter dem Arbeitsgewölbe befinden sich auch die beiden Spurtiegel zur Aufnahme des abgestochenen Steins, die aus Gestübbe bestehen.

Die eisernen Verankerungen und die zur Entwickelung der Feuchtigkeit dienenden Kanäle sind auf den beiden Figg. weggelassen, da sie durchaus nichts Eigenthümliches darbieten.

Das Aufgeben der Schmelzmaterialien erfolgt durch die Gichtöffnung und durch eine Thüröffnung, die in der cylindrischen Esse über dem Ofen angebracht ist. Ein Gichtboden verbindet die Ofengicht mit dem Beschickungsboden und mit den verschiedenen Magazinen, welche die Materialien enthalten. Meistens sind die Rohöfen an Hügelabhängen angelehnt, auf denen diese Magazine stehen, und wenn dies nicht der Fall ist, so sind die Gichtböden mit der Hüttensohle durch Aufzüge verbunden.

Die Halbhohöfen. — Ein solcher ist in den Figg. 3—5, Taf. V dargestellt.

Fig. 3 ist ein senkrechter Durchschnitt nach der Linie CD, Fig. 5.

Fig. 4 ist ein senkrechter Durchschnitt, der senkrecht auf dem vorhergehenden steht.

Fig. 5 ist ein horizontaler Durchschnitt nach der Linie AB, Fig. 3.

Der innere Raum hat einen viereckigen Querschnitt von der Sohle bis zur Gicht.

Die Formseite steht senkrecht; die 3 anderen Seitenwände sind bis 1,25 Meter über der Form auch senkrecht, von da an bis zur Gichtöffnung auf einer Höhe von 2,90 Meter haben sie eine geringe Neigung.

Der horizontale Querdurchschnitt beträgt in der Gicht 0,68 auf 0,48 Meter und in der Formebene 0,92 Meter im Quadrat.

Die Herdsohle besteht aus Gestübbe und ruht, so wie auch das Futter auf einem horizontalen Bodenstein von Sandstein. Unter dem Bodenstein befindet sich ein Schlackenbett, welches seinerseits auf festem Fundament ruht.

Das Ofenfutter besteht unten aus Sandstein und im Schacht aus feuerfesten Ziegelsteinen; die Dicke desselben beträgt 0,30 Meter. Die Einrichtung der Brust und der Verschluß des Herdes sind dieselben, wie bei den Großöfen.

Der Gebläsewind wird durch eine blecherne Düse eingeführt, deren Oeffnung 4 Centimeter weit ist und in einer gußeisernen Wasserform liegt. Der niedrigste Punct der geneigten, aus Gestübbe bestehenden Herdsohle liegt 0,65 Meter unter der Form. Zwei äußere Spurtiegel, ebenfalls aus Gestübbe bestehend, sind vor der Brust in der Hüttensohle angebracht; sie werden abwechselnd zum Abstechen benutzt.

Die äußere Masse des Ofens besteht aus gewöhnlichem Mauerwerk und ist prismatisch; es hat 2 Gewölbe, das eine an der hintern Seite für die Form und das andere an der Brust für den Abstich. Die Verankerungen sind sehr einfach, in den Figuren aber nicht dargestellt.

Das Aufgeben der Schmelzmaterialien erfolgt, wie bei den Großöfen, durch die Gichtöffnung.

Kupferstein=, Spuren= oder Concentrationsofen. — Die unreinen und armen Rohsteine mit weniger als 40 Proc. Kupfer werden durch ein Concentriren im Flammofen zur Ziervogel'schen Silberextraction auf der Leimbacher, der Gottesbelohnungs= und der Kupferhammer=Hütte vorbereitet. Das Original des vorliegenden Werkes beschreibt weder diesen Ofen, noch den Prozeß und sind dieselben aus der Kerl'schen Hüttenkunde, II. Bd., p. 260 ergänzt.

Der Concentrationsofen ist in Fig. 11, Taf. V im senkrechten Längendurchschnitt und in Fig. 2 im horizontalen Durchschnitt dargestellt. Der Ofen ist 24 Fuß lang, 13 Fuß breit und 5½ Fuß hoch; an der kurzen Seite hat er einen Feuerungsraum a von 4 Fuß Länge, 4 Fuß Breite und 4 Fuß Höhe. Der Aschenfall b liegt 9 Fuß im Baugrunde versenkt und steht mit einem Zugkanale in Verbindung. Der fast elliptische Herd d von 12 Fuß 3 Zoll Länge und 8 Fuß 8 Zoll Breite wird in der Weise hergestellt, daß man auf die in der Ebene der Hüttensohle befindlichen 4 Kreuzkanäle eine 7 Zoll hohe Lage wallnußgroßer Schlacken, darauf 12 Zoll hoch Sand bringt und auf diesen eine Lage von gepochten Quarz von Erbsengröße, welcher das Pochfeine enthält und dem 5 Proc. Rohschlacke vor dem Zerkleinern zugesetzt sind, bei Rothglühhitze bis zu 10 Zoll einbrennt. Der tiefste Punct des Herdes kommt etwa 2 Fuß von der an der langen Seite des Ofens angebrachten Stichöffnung e zu liegen, vor welcher sich ein viereckiger, mit Steinen eingefaßter und aus thonigem Sande bestehender, 12 Fuß langer und 5 Zoll breiter Stechherd befindet.

Dem Windofen oder Feuerraum gegenüber, so wie an der andern langen Seite befinden sich mit Schiebern verschließbare Arbeitsöffnungen f und g. Zur Abkühlung der Feuerbrücke und zur Zuführung von Oxydationsluft befinden sich in der Feuerbrücke, so wie in dem Bogen über derselben je 4 mit Schiebern versehene Kanäle h und i. Der Fuchs k steht durch einen unter der Hüttensohle befindlichen Kanal mit einer 7½ Fuß hohen Esse l in Verbindung. m sind Luftzuführungskanäle.

Röstöfen zum Chlorüren des Kupfersteins. — Ein solcher Ofen ist in Fig. 6, Taf. V im senkrechten Längendurchschnitt nach der Linie CD, Fig. 7, und in Fig. 7 im horizontalen Durchschnitt nach der Linie AB, Fig. 6 dargestellt.

Ein solcher Röstofen hat 2 über einander liegende Herdsohlen, von denen jede mit einem besondern Rost versehen ist, obgleich die obere Sohle gewöhnlich nur durch die Gase, die von der untern aufwärts strömen, gefeuert wird. Ueber dem obersten Ofen sind Verdichtungskammern für den Flugstaub angebracht, in welche die Gase eintreten und von hier in Kanälen, nachdem sie zur Erwärmung von Wasser und zum Trocknen von Rückständebatzen benutzt worden sind, in eine 54 Fuß hohe Esse geführt werden.

Die Hauptdimensionen des untern Ofens sind die folgenden:

Der Feuerraum ist 0,50 Meter breit und 2 Meter lang; der Aschenfall ist 0,70 Meter hoch; der Rost liegt 0,25 Meter unter der Brücke; der Durchgang für die Flammen ist 0,20 Meter hoch; die Brücke ist 2 Meter breit und 0,35 Meter lang.

Die Herdsohle is[illegible] lang und ihre größte Breite beträgt ebenfalls 2,60 Mete[illegible]s Fuchses zieht sie sich bis auf 0,50

Meter zusammen. Der Herd ist eben, horizontal und aus feuerfesten Ziegelsteinen construirt. Die größte Höhe des Gewölbes über der Sohle beträgt 0,50 Meter.

Eine einzige in der Mitte der einen langen Seite, in der Ebene des Herdes angebrachte Thür dient zur Bearbeitung der eingetragenen Substanzen.

Der Fuchs ist sehr kurz und hat nur 0,20 Meter Höhe.

Die Esse, durch welche die Gase nach der obern Herdsohle strömen, hat eine Weite von 0,20 gegen 0,70 Meter; sie geht mitten durch die Brücke, wie Fig. 7 zeigt.

Die zweite Herdsohle hat dieselbe Einrichtung, wie die erstere; die Brücke ist länger, indem diese Dimension 0,50 Meter beträgt; die Herdsohle ist in der Nähe des Fuchses etwas breiter, d. h. 1,25 Meter; der Fuchs hat 0,60 Meter Breite, gegen 0,30 Meter in der längern Richtung des Ofens.

Die Esse, welche die Gase zu den Verdichtungskammern leitet, ist 0,30 gegen 0,60 Meter weit.

Die 4 Fluggestübbe oder Verdichtungskammern sind jede 1,45 Meter hoch und 2,60 Meter tief; die beiden ersteren haben eine Länge von 0,60 Metern; die beiden letzteren sind aber größer, indem ihre Länge 1,25 und 1,50 beträgt. Die Thüren sind derart eingerichtet, daß die Gase in den Kammern circuliren können; sie haben 0,40 auf 0,60 Meter Weite.

Der Fuchs hat dieselben Dimensionen, d. h. 0,40 auf 0,60; die Esse hat 8 Meter Höhe (wird von Hrn. Kerl zu 154 Fuß angegeben) und ist 0,50 Meter im Quadrat weit.

Die inneren Wände des Ofens und der Verdichtungskammern bestehen aus feuerfesten Ziegelsteinen; das äußere Mauerwerk besteht aus Sandstein und die Verankerungen aus Schmiedeeisen.

Die Auslaugungsgefäße. — Dieselben sind in Fig. 8, Taf. V in senkrechtem Durchschnitt dargestellt. Diese Gefäße, in denen bei der Augustin'schen Kochsalzlaugerei die Chlorüre und bei der Ziervogel'schen Wasserlaugerei die Sulfate gemacht werden, bestehen aus Holz und sind fast cylindrisch; sie sind 1,42 Met. hoch und die Durchmesser der beiden Basen betragen im Innern 1,25 und 1,30 Meter. Auf dem Boden eines jeden Bottichs ist ein Filter angebracht, welches aus Weidenruthen und einem hölzernen Gitter besteht, welches letztere 6 Centimeter über dem wirklichen Boden angebracht ist; über die kleineren Zweige ist eine starke Leinwand mittelst eines dicht an den Wänden anliegenden Reifes gespannt. Statt der Weidenruthen kann man auch eine Korkscheibe, die mit Leinwand überspannt ist, anbringen und darauf einen Wergzopf, der zwischen dem Filter und der Wand gebliebenen Spalte. Unter dem losen Boden ist ein hölzerner Hahn angebracht, um die Flüssigkeit dem Klärkasten zuzuführen.

Jeder Bottich steht auf einem kleinen vierrädrigen Wagen und die Räder laufen auf Schienenwegen, die an dem Boden vorgerichtet sind.

Die Klärungs- oder Fällungsgefäße. (Taf. V, Fig. 9.) Sie bestehen aus Holz, sind kleiner und haben eine deutlichere Kegelform, als die vorhergehenden; ihre Höhe übersteigt ein Meter nicht; die inneren Durchmesser der beiden Basen betragen 0,55 und 0,85 Meter. Der Boden hat dieselbe Einrichtung, wie bei den Laugegefäßen; der obere Theil ist durch

einen hölzernen Scheider in zwei Theile getheilt; dieser Scheider tritt gegen das Filter.

Die größere von diesen beiden Abtheilungen nimmt etwa $\frac{3}{4}$ von dem freien Raum des Gefäßes ein; alle beide nehmen Cementkupfer oder Brucheisen auf, wodurch das Silber oder das Kupfer gefällt werden.

Der Hahn, durch welchen die Flüssigkeit ablaufen kann, befindet sich in der zweiten Abtheilung des Gefäßes und fast in der Mitte seiner Höhe.

Allgemeine Einrichtung. (Taf. V, Fig. 10.) — Die Auslaugegefäße, welche den gerösteten Stein enthalten, stehen auf gleicher Linie im ersten Stockwerk der Hütte. Ueber denselben befindet sich ein hölzernes Gerinne a b, durch welches man die concentrirte und in einem Kessel A erwärmte Salzsolution herbeiführt. Unter den Hähnen ist das geneigte hölzerne Gerinne c d angebracht, welches die chlorsilberhaltigen Wasser in zwei große Gefäße e von 1 Meter Höhe und 2 Meter Durchmesser leitet. Die Wasser werden durch Röhren bis zu dem Boden der Gefäße geführt und gehen durch Hähne, die an dem obern Theil der Röhren angebracht sind. Sie werden durch ein horizontales Gerinne f in 6 Reihen von Fällungsgefäßen geführt, die parallel und kaskadenartig angebracht sind. Jede Reihe besteht aus 4 Gefäßen. Die beiden oberen g g enthalten Cementkupfer und dienen zum Fällen des Silbers, die beiden anderen, h h enthalten Brucheisen zur Fällung des Kupfers.

Das Gerinne i leitet die Wasser in einen großen, außerhalb des Gebäudes angebrachten Kasten, der zur Klärung dient.

Im ersten Stockwerk befinden sich auch die Apparate zum Auswaschen der Rückstände von dem Auslaugen. Ueber dem ersten Stockwerk ist ein Magazin für den gerösteten und chloriirten Stein, der durch einen Aufzug emporgehoben worden ist, befindlich.

Eine Dampfmaschine bewegt den Aufzug und die Pumpen; Salzsohle und Wasser werden durch Dämpfe erhitzt.

A. Darstellung des Rohsteins.

a. Gewöhnliche Erze.

Beschreibung des Betriebes. — Die Darstellung des Rohsteines umfaßt zwei Prozesse: die Röstung oder vielmehr das Brennen der Erze und das Schmelzen auf Stein in Groß- und Kleinöfen. Die gewöhnlichen Erze werden in den bereits oben genannten vier Rohhütten zu Gute gemacht; sie befolgen eine fast gleiche Methode und die erlangten Resultate sind sich ebenfalls fast gleich. Bei der Form und der Größe der Rohöfen findet einiger Unterschied statt, allein dieser verschwindet immer mehr und mehr, da man, wie wir bereits bemerkten, nach und nach die kleineren Oefen mit größeren vertauscht, deren Vorzüge die Erfahrung erwiesen hat, und auf diese Weise verschwinden dann die Betriebsunterschiede ebenfalls immer mehr und mehr. Es soll hier keine Hütte speciell beschrieben werden, sondern nur das Verfahren unter den günstigsten Bedingungen und unter der Annahme, daß das Rohschmelzen zur Darstellung des Steins in einem solchen Großofen ausgeführt wird, wie oben näher angegeben ist. Der Bearbeiter wird einige neuere Betriebsresultate von [illegible] Hütten mittheilen.

Erster Prozeß. — Das Brennen [illegible]ers. — Das Brennen des Kupferschiefers, welcher den gr[illegible]r gewöhnlichen Erze bildet, und des kalkige[illegible]steins [illegible] Noberge, die

fast auf allen Hütten in geringer Menge mit den Schiefern verarbeitet werden, hat den Hauptzweck, Wasser, Kohlensäure, Bitumen, Arsen, Antimon, Schwefel u. s. w. zu entfernen, so wie auch die Oxydation der fremden Metalle und das Zusammenbacken der Kläre, d. h. des klaren Erzes zu bewirken. Diesen letzteren Zweck kann man aber auch durch Ankneten der Kläre mit Thon erreichen. Dieses Brennen wird in großen Haufen in der freien Luft bewirkt und es wird dabei nur so viel Well- oder Reißholz angewendet, als zum Anzünden erforderlich ist; das wesentlichste Brennmaterial ist der Bitumengehalt der Erze, und dieses Bitumen ist in hinreichender Menge vorhanden, um eine hinreichend hohe Temperatur zu erzeugen, so daß der kohlensaure Kalk zersetzt werden kann.

Die Haufen sind auf einer ebenen Sohle, die, wenn es die örtlichen Verhältnisse gestatten, in der Ebene der Gicht liegt, angebracht; sie sind 2,20 Meter hoch und am Fuß 4 Meter breit; ihre Länge ist im Allgemeinen sehr bedeutend und hängt von der Menge der zu brennenden Minern ab. Die Haufen enthalten gewöhnlich 300 bis 900 Tonnen Schiefer und ihre Vorrichtung ist ähnlich der der Rösthaufen bei den kiesigen Erzen. Unten wird Well- oder Scheitholz angebracht und es werden dabei Kanäle zum Anzünden vorgerichtet. Auf die Holzunterlage werden die größten Schieferstücke aufgestellt und zuletzt werden alle Seiten des Haufens mit Kläre bedeckt.

Man läßt mehre Essen, die mit den Kanälen im Fuß in Verbindung stehen, und die Entzündung erleichtern.

Sobald ein Haufen fertig und aufgestützt ist, zündet man ihn an, indem man in die Kanäle am Fuß glühende Kohlen mit Reißholz und Spähnen bringt. Sobald alles Holz im Brande ist, verschließt man die Essen mit Schieferstücken und Kläre und man läßt nun die Verbrennung von unten nach oben langsam vorrücken.

Die einzige Sorgfalt, welche die Arbeiter zu berücksichtigen haben, besteht in der Herstellung der Decke da, wo sie zerrissen ist, so wie auch in dem möglichsten Schutz der Haufen gegen zu heftige Winde mit Hülfe von Brettern oder durch Aufwerfen von mehr Kläre.

Es sind zum Brennen eines solchen Haufens 6 bis 10 Wochen erforderlich; in regnigen Jahreszeiten dauert der Prozeß länger, in trocknen und besonders in windigen Zeiten kürzer. Der Gewichtsverlust beträgt 13—14 Proc., d. h. an Gewicht etwa $\frac{1}{8}$ und an Volum etwa $\frac{1}{10}$.

Reactionen. — Die während des Brennens stattfindenden chemischen Reactionen sind sehr einfach: die Verbrennung beginnt mit dem Holze und erhebt sich nach und nach in das Innere des Haufens, wo sie hauptsächlich durch die bituminösen Substanzen genährt wird, indem sich dieselben verflüchtigen und gänzlich verbrennen; der Kalkstein wird vollständig zersetzt. Die metallischen Minern sind in einem zu geringen Verhältniß und zu sehr eingesprengt in dem Schiefer vorhanden, so daß sie keiner bedeutenden oxydirenden Einwirkung unterworfen sind. Die Kiese verlieren nothwendig einen Theil ihres Schwefels durch Destillation; die Arsenkiese entwickeln einen Theil ihres Arsens und ein kleiner Theil der Schwefelverbindungen wird in Oxyde verwandelt. Dieß sind aber nur secundäre Wirkungen wegen der wenig genauen Berührung der in den Haufen cirkulirenden Luft mit dem in dem Schiefer eingesprengt vorhandenen Schwefelmetallen.

Man kann annehmen, daß die gebrannten oder gerösteten Erze bi



Schwefelmetalle wenig oder gar nicht verändert enthalten, sowohl in de gebrannten Schiefer, als auch in dem Sandstein und in dem von der Ze setzung des Kalksteins herrührenden Kalk. Sie enthalten außerdem eine g ringe Menge von Metalloxyden. Das Arsen und Antimon, welches d Erze enthalten, werden nur in geringen Mengen durch das Brennen ve trieben und nur aus den Oberflächen=Theilen der Stücke, indem die Lu nur dahin gelangen kann.

Haushaltsverhältnisse. — Die Röstung von 22,446 Tonne gewöhnlicher Erze hat in den 1850 im Betriebe gestandenen 6 Rohhütte 151 Haufen erfordert. Man hat bei denselben 160 Tonnen Holz und 1 Tonnen Holzkohlen verbrannt. Das Aufsetzen der Haufen, ihre Bedienun während des Brennens, der Transport der zugebrannten Erze in die Ma gazine hat 6830 Arbeiterschichten erfordert; es waren beim Brennen in de 6 Hütten 22 Menschen beschäftigt, außer einer sehr veränderlichen Zah von Tagelöhnern.

Nach den obigen Zahlen hat das Brennen der 22,746 Tonnen Er gekostet:

Arbeitslöhne, 6830 Schichten à 2 Frcs. . . .	13660	Frcs.
Holz, 160 Tonnen à 50 Frcs.	2400	„
Holzkohlen, 16 Tonnen à 42 Frcs., ...	672	„
Summa	16732	Frcs.

Dieß macht auf 1 Tonne Erz:

Arbeitslöhne, 0,30 Schichten	0,600	Frcs.
Holz, 0,007 Tonnen	0,105	„
Kohlen, 0,007 Tonnen	0,030	„
Summa	0,735	Frcs.

Zweiter Prozeß. Das Rohschmelzen. — Die gebrannten Minern werden mit Flußspath und Schlacken von dem Prozeß selbst verschmolzen. Man sucht in den verschiedenen Hütten so viel kalkige, kupferarme Erze zuzuschlagen, damit man um so weniger Flußspath anzuwenden braucht.

Man kann annehmen, daß die mittlere Zusammensetzung der Beschickung sich wenig von der folgenden entfernt:

Geröstete Erze	86,66
Flußspath	6,66
Rohschlacken	6,68
	100,00

Diese Materialien werden durch die Gicht in abwechselnden Lagen mit dem Brennmaterial aufgegeben, welches 1850 aus einem Gemenge von Kokes und Holzkohlen, jetzt aber nur aus jenen besteht. Die Erfahrung hat gezeigt, daß die Kokes vortheilhafter als die Holzkohle sind, ohnerachtet des hohen Preises des Kokes auf den Mansfelder Hütten, allein man mußte damals einen Theil der Holzkohlen verbrennen, die in den eigenen Forsten der Gewerkschaft gewonnen werden, neuerlich aber vortheilhafter anderweitig abgesetzt werden konnten. Nur zu Sangerhausen verbraucht man noch, wie wir weiter unten sehen werden, einen bedeutenden Theil Holzkohlen.

Der Wind wird fast während der ganzen Campagne durch eine ein=

;ige Form eingeführt; nur am Ende derselben, wenn der Ofen sehr weit geworden ist, muß man 2 und selten 3 Formen gebrauchen. Der Druck des Windes ist gering, indem er nur 3—5 Centimeter der Quecksilbersäule beträgt. Der Wind wird, mit Ausnahme der Friedeburger Hütte, meistentheils 160—180 Grade C. erhitzt. — Die Anwendung der erhitzten Gebläseluft macht es möglich, in einer gegebenen Zeit eine weit größere Erzmenge durchzusetzen und eine wesentliche Brennmaterial=Ersparung zu erreichen.

Die Gebläse sind, wie wir schon oben sahen, verschieden, jetzt aber meistentheils eiserne Cylindergebläse, die durch Wasserräder, so wie auch neuerlich auf einigen Hütten mit Hülfsdampfmaschinen betrieben werden.

Inbetriebsetzung. — Im Anfang einer Campagne und hauptsächlich vor deren Beginn müssen bedeutende Vorsichtsmaßregeln angewendet werden, weil der Sandstein, aus dem die Ofengestelle bestehen, sehr leicht zerspringt, wenn man ihn plötzlich einer hohen Temperatur aussetzt. Zuerst macht man in dem Herde ein kleines Kohlenfeuer an, wirft aber nach und nach immer mehr darauf, so daß das Niveau der Kohlenfüllung den Kohlensack des Ofens nach Verlauf von etwa 8 Tagen erreicht, worauf man einige Körbe von Schlacken aufsetzen kann. Man bringt die Düse an ihre Stelle, und sobald die Schlacken vor der Form angelangt sind, beginnt man, Wind zu geben. Zu gleicher Zeit giebt man Kohlen in dem Schacht auf, sowie auch etwas Beschickung mit einer weit größeren Schlackenmenge, als weiter oben angegeben worden ist. Erst 14 Tage nach dem Anfeuern des Ofens erreichen die Gichten, die in den Ofen geführte Windmenge und der ganze Betrieb ihren Normal=Zustand.

Der normale Betrieb. — Von diesem Augenblicke ab läßt man 8—9 Cubikmeter Wind in der Minute in den Ofen strömen und kann in 24 Stunden 13—14 Tonnen Beschickung durchsetzen. Da die Beschaffenheit der Erze sehr constant ist und die Schmelzer eine große Uebung erlangt haben, so kommt ein Ofen selten in einen unregelmäßigen Gang und man kann, kleine Störungen abgerechnet, annehmen, daß die regelmäßige Arbeit länger als 40 Wochen dauert. Man bläst erst dann aus, wenn die Ofenwände so angegriffen sind, daß es unmöglich ist, hinreichend flüssige Schlacken hervorzubringen, selbst wenn man Wind durch alle 3 Formen einführt.

Während dieser Zeit wird in sehr regelmäßigen Zeitabschnitten aufgegeben; ist es erforderlich, so ordnet der Betriebsbeamte eine Veränderung der Beschickung durch eine Vermehrung oder Verminderung des Flusses und der Schlacke an. Das 1850 benutzte Brennmaterial bestand aus $\frac{1}{3}$ Holzkohle und $\frac{2}{3}$ Kokes.

Die Schlacke läuft über den Wallstein durch 2 Oeffnungen oder Spuren ab, die in dem feuerfesten Thon, der den freien Raum zwischen dem Sandstein an der Ofenbrust ausfüllt, angebracht sind. Die Schlacken fallen abwechselnd in einen von den beiden, aus Gestübbe vorgerichteten Spurtiegeln und dienen zu deren Abwärmen vor dem Abstich.

Am Ende einer jeden Schicht wird der Stein abgestochen, indem man in der Ebene des Bodensteins mit einem Spieß den feuerfesten Thon durchsticht. Wenn der Herd entleert ist, so muß man häufig die sogenannten Bühnen, d. h. Kumpen, die sich in den Ecken angehäuft haben, losmach und zu dem Ende den feuerfesten Thon auf der ganzen Höhe des V

steins wegnehmen. Es ist dies eine sehr schwierige Arbeit für die Schmelzer, während welcher auch der Wind abgestellt werden muß. Sobald der Herd wiederum in gehörigen Stand gesetzt ist, wird der Raum zwischen dem Wallstein und den Herdwänden mit Thon ausgefüllt, der Wind wieder in den Ofen gelassen und der Schmelzprozeß fortgesetzt. Die Oeffnungen, durch welche die Schlacken aus dem Ofen in den Zwischenräumen zwischen den Abstichen abfließen, werden nie verschlossen; aus ihnen tritt eine lange Flamme hervor, deren Farbe ein Kennzeichen für den Gang des Ofens ist.

In dem Spurtiegel befindet sich über dem Stein eine gewisse Dicke von Schlacken; sind sie erstarrt, so hebt man sie in einem Stücke ab, worauf der Stein in 2—3 Centimeter dicken Scheiben abgehoben wird.

Diese Schlacke enthält stets Granalien; man zerschlägt sie mit Fäusteln und bringt sie wieder in die Schmelzschichten zurück; der Stein wird ebenfalls zerschlagen, in ein Magazin gebracht und nach der Gottesbelohnungs-Hütte transportirt.

Die zwischen den Abstichen abfließenden Schlacken enthalten gewöhnlich nur sehr wenig Granalien; sie werden zerschlagen, von dem Schmelzmeister untersucht und es kommen diejenigen, welche Steinkörner zu enthalten scheinen, in die Beschickung zurück, während alle übrigen zur Schlackenhalde geschafft werden.

Das Ausblasen. — Wenn die Schlacken nur schwierig abfließen, wenn der Brennmaterial-Verbrauch sehr stark ist und der Wind durch 3 Formen eingeführt werden muß, so erkennt man die Nothwendigkeit, den Ofen außer Betrieb zu setzen. Man giebt alsdann keine Beschickung, sondern nur Schlacken auf, und zwar ebenfalls abwechselnd mit den Brennmaterial-Gichten.

Darauf läßt man die Gichten nach und nach niedergehen, bis daß sämmtliche aufgegebene Schlacken geschmolzen sind.

Die bei dem Ausblasen durchgesetzte Menge von Schlacken ist sehr verschieden; wenn man im Laufe der Campagne eine bedeutende Menge kupferhaltiger Schlacken erhalten hat und sie nach der Beschickung nicht alle wieder durchsetzen kann, so bewahrt man einen Theil davon für das Ausblasen auf. Das Schlackenschmelzen kann alsdann 1 oder 2 Tage dauern. Hat man aber kupferhaltige Schlacken nicht im Vorrath, so läßt man nur 6—7 Schlackengichten durch den Ofen gehen, deren Hauptzweck eine Reinigung des Ofens ist, um die an den Wänden noch anhängenden steinartigen Substanzen in einem Abstich zu vereinigen. Jedenfalls müssen die letzten Gichten aus Schlacken bestehen.

Arbeiterpersonal. — Zum Betriebe eines Großofens sind erforderlich: 1 Schmelzmeister, 4 Schmelzer, 4 Vorläufer, 1 Arbeiter zum Zerschlagen des Steines und der Schlacken, der zu gleicher Zeit zum Transport der letzteren zu dem Schlackenhaufen benutzt wird. Der Meister leitet unter specieller Aufsicht des Beamten die Arbeit; der Schlackenläufer arbeitet nur am Tage; Schmelzer und Vorläufer machen zwölfstündige Schichten und wechseln bei den Tag- und Nachtschichten ab.

Producte. — Diese sind folgende: Rohstein, dessen Kupfer- und Silbergehalt [illegible] benen Hütten abweicht; in der Leimbacher und den Eisleber [illegible] er gewöhnlich 40—50 Proc. Kupfer, auf

der Kupferkammer=, Friedeburger und Sangerhäuser Hütte dagegen nur 30 Proc. Kupfer und darunter.

Eisensauen, welche gewöhnlich nicht weiter benutzt, zuweilen aber zum Ausfällen des Kupfers aus den erschöpften Vitriol=Mutterlaugen vom Gaarrost angewendet werden.

Schweel, die mit Rohstein gemengte Schlacke, welche beim Aufstechen des Auges den neuen Herd zuerst füllt und an dessen Wänden erstarrt; derselbe geht in's Rohschmelzen zurück.

Rohschlacke, welche, wie schon oben bemerkt, theils abgesetzt, theils in Schmelzen gegeben, theils zu Steinen geformt und theils als Brennmaterial benutzt wird.

Wenn ein Ofen im guten Betriebe ist, so kann man in 24 Stunden 14 Tonnen Beschickung durchsetzen, d. h. etwa 12 Tonnen Erze, wobei 2,10 bis 2,20 Tonnen Brennmaterialien aufgehen. Man erhält in zwei Abstichen durchschnittlich 1,20 Tonnen, d. h. etwa 10 Proc. der zum Schmelzen gelangten Beschickung Stein mit 45—46 Proc. Kupfer und mit 300 Grm. Silber in 100 Kilogrm.

Zu Anfang und am Ende der Campagne ist der Brennmaterialverbrauch bedeutender und die Steinproduction geringer.

Haushaltsverhältnisse. — Bei einer Campagne von 42 Wochen, die hier als Beispiel angenommen werden sollen, erhielt man beim Rohschmelzen gewöhnlicher Erze aus 3505 Tonnen derselben, 351 Tonnen Stein. Es waren dazu erforderlich: 220 Tonnen Holzkohlen, 430 Tonnen Kokes und 147 Tonnen Wellholz zur Erhitzung der Gebläseluft. Man hat 265 Tonnen Flußspath als Zuschlag verbraucht und die Campagne ist damit beendigt, daß man einen Tag lang nur Schlacken durchgesetzt hat. Die Reparaturkosten für den Hohofen, die Ausgaben für die Gebläse, die Gezähe u. s. w. haben sich auf 1030 Frcs. belaufen.

Aus den obigen Zahlen ersieht man, daß, wenn alle Rohhütten, welche gewöhnliche Erze verschmelzen, Großöfen von der beschriebenen Art benutzten, zu dem Verschmelzen der oben angegebenen 22,746 Tonnen Erz nur sieben Oefen erforderlich gewesen sein würden.

Die Special= oder Hüttenkosten bei der zum Beispiel angenommenen Campagne waren die folgenden:

Holzkohlen, 220 Tonnen à 42 Frcs.	9,240	Frcs.
Kokes, 430 Tonnen à 58 Frcs.	24,940	„
Holz zur Lufterhitzung, 147 Tonnen à 15 Frcs.	2,205	„
Arbeitslöhne, 2940 Schichten à 2 Frcs. . . .	5,880	„
Flußspath, 265 Tonnen à 14 Frcs.	3,710	„
Gebläse, Reparaturen, Gezähe und diverse Kosten	1,030	„
Summa	47,005	Frcs.

Das macht auf die Tonne gewöhnliche Erze:

Holzkohlen, 0,0627 Tonnen	2,633	Frcs.
Kokes, 0,1230 Tonnen	7,134	„
Holz, 0,0420 Tonnen	0,630	„
Arbeitslöhne, 0,838 Schichten	1,676	„
Flußspath, 0,075 Tonnen	1,050	„
Gebläse, Reparaturen, Gezähe und diverse Kosten	0,288	„
Summa	13,411	Frcs.

Man gewinnt aus der Tonne Beschickung 0,10 Tonnen Stein, der nach der Probe 45 Proc. Kupfer und 300 Grm. Silber in 100 Kilogrm. enthält.

Die Zugutemachung der 22,746 Tonnen gewöhnlicher Erze hat in runden Summen gegeben: 2275 Tonnen Stein mit 1024 Tonnen Kupfer und 6825 Kilogrm. Silber.

Aus der Preußischen Zeitschrift, Bd. 3, Abtheilung A, S. 226, ergänzt der Bearbeiter für den Rohhüttenbetrieb folgende, sich auf das Betriebsjahr 1854 beziehende Resultate:

Zu 1 Fuder Erz („Minern" genannt) verbraucht man auf den Hütten zu

	Leimbach. (heiße Luft)	Eisleben. (heiße Luft.)	Eisleben. (kalte Luft)	Kupferkammer. (heiße Luft)	Friedeburg (kalte Luft
Englische Kokes	4,62 T.**)	4,90 T.	6,21 T.	— T.	6,14 T
Berliner Kokes*)	— „	— „	6,82 „	6,74 „	7,20 „
Hamburger Kokes	5,21 „	5,96 „	6,50 „	— „	7,22 „
Wettiner Kokes	5,26 „	— „	— „	— „	7,40 „
Schlesische Kokes	— „	— „	— „	— „	7,54 „
Sächsische Steinkohlen	6,25 „	— „	— „	— „	— „
Schaumburg. Kokes	— „	— „	— „	5,27 „	— „
Westphälische Kokes	4,55 „	— „	— „	5,32 „	— „
Bei einem Zuschlag von:					
Flußspath	1,82 Ctr.	4,67 Ctr.		0,83 Ctr.	0,58 Ctr.
Spurschlacke***)	2,43 „	— „		— „	— „

Der obige Vergleich der Leistung verschiedener Sorten von Kokes bei Anwendung von erwärmter und erkalter Luft, ist von großem Interesse. Man hat auch bei dem Rohhüttenbetrieb gefunden, daß 3 Tonnen Holzkohlen (wohl von harten Hölzern) 1 Tonne Kokes gleich sind.

Durchschnittlich macht der Kokesverbrauch auf 1 Fuder (= 60 Ctr.) Schmelzgut 5,82 Tonnen oder auf den Centner 0,097 Tonnen. Dieß beträgt 0,18, beziehungsweise 0,003 Tonnen weniger als im Jahre 1853, welches dem ausgedehntern Gebrauche erhitzter Gebläseluft und der Verwendung schwerer Kokes zuzuschreiben ist. Das durchgesetzte Schmelzgut, aus Kupferschiefer, Dach und Nobergen bestehend, hielt zwischen 26 und 28 Pfd. Kupfer im Centner Rohstein. Der reichere Theil desselben, nämlich derjenige von der Eislebener (und von der Sangerhäuser Hütte, von der weiter unten geredet wird), wurde unmittelbar zur Entsilberung gegeben, während der ärmere Rohstein vorher concentrirt wurde, wie wir weiter unten sehen werden.

Die allgemeinen Betriebsresultate der sechs Rohhütten, mit Einschluß der Sangerhäuser, die in acht Groß- und in zwölf Kleinöfen erlangt wurden, waren nachstehende:

	1854.	1857.	1858.
Es sind Erze verschmolzen . .	16,104 Fuder.	15,330 Fuder.	14,727 Fuder.
Es ist Rohstein gewonnen . .	73,836 Ctr.	78,786 Ctr.	78,621 Ctr.

---

*) Diese aus Berlin, Stettin und Hamburg bezogenen Kokes sind aus englischen Steinkohlen gewonnen.

**) Eine Preuß. Gemäßtonne = 12288 Cubikzoll = 7 1/9 Cubikfuß.

***) Diese Spur[illegible] bei dem Concentriren des Rohsteins im Flammofen.

Es ist Spurstein dargestellt . .	24,816 Ctr.	29,704 Ctr.	42,264 Ctr.
Es ist Stein zur Entsilberung gekommen	42,769½ „	—	—
An Brennstoff ist verbraucht:			
Kokes	90,492 T.	99,226 T.	—
Holzkohlen	11,168 „	—	—

Auf der Kreuzhütte wurden im Jahre 1854 die schon im vorhergehenden Jahre im Kleinen gemachten Versuche, ohne oder mit nur einem geringen Zuschlag von Flußspath zu schmelzen, im Großen fortgesetzt, ohne jedoch bis dahin zum Abschluß gekommen zu sein. Indessen war man doch schon zu dem sichern Resultat gelangt, daß für die strengflüssigen Schiefer, wie die des Schafbreiter Reviers, der Flußspathzuschlag unentbehrlich ist, und daß derselbe auch bei den leichtflüssigen Schiefern, trotz dem angewandten Zuschlag basischer Spurschlacken, nicht ganz wird fehlen dürfen.

Ein anderer Versuch bestand darin, die Kokes beim Schmelzen durch rohe Steinkohlen zu ersetzen. Es sollten dieselben im Hohofen durch den in diesem aufsteigenden heißen Gasstrom von selbst verkokt werden. Das Ergebniß war nicht günstig, indem die Kohlen beim Niedergange in dem nur eine geringe Höhe besitzenden Ofenschachte nicht hinreichend verkokt wurden, sondern halbroh vor der Form anlangten und erst im Gestelle ganz verkokten, was eine Abkühlung des Schmelzraumes veranlaßte. Der Aufwand an Brennstoff steigerte sich dadurch auf 6,25 Tonnen Steinkohlen für das Fuder durchgesetzter Steinkohlen.

Reactionen. — Das Rohschmelzen in dem Großofen bietet weniger verwickelte Reactionen dar, als die Zugutemachung der gewöhnlichen kiesigen Erze. Die Substanzen, welche die Beschickung zusammensetzen, geröstete Minern, Flußspath und Schlacken, werden, wie bei dem Eisenhohofenbetrieb, abwechselnd mit den Brennmaterialgichten aufgegeben; man sucht nicht zwei verschiedene Schmelzsäulen mit den Brennmaterialien und mit der Beschickung zu bilden. Die Temperaturerhöhung vor den Formen, die zu reducirenden Wirkungen in allen Höhen des Ofens sind so stark als es die Dimensionen des Apparates und die Windpressung gestatten.

Die gerösteten Minern enthalten: Schiefer, d. h. Kiesel- und Thonerde mit eingemengten sehr kleinen Quarzkörnern und mit Kalk, der von der Zersetzung des Dachkalksteins herrührt; ferner metallische Sulfurete, die während des Brennens einer sehr hohen Temperatur unterworfen gewesen sind; endlich Kupfer-, Eisen-, Zink- u. s. w. Oxyde, welche während des Brennens durch die Einwirkung der Luft auf die Sulfurete an der Oberfläche der Erzstücke, gebildet worden sind.

Der als Zuschlag beigegebene Flußspath enthält Thon und Quarz in inniger Beimengung.

Die strengflüssigen Schlacken sind Silicate mit Thon- und Kalkerdebasen, welche einige Steinkörner enthalten.

In dem obern Theil des Ofens erhitzen sich die Materialien nach und nach; die Metalloxyde werden durch das Kohlenoxyd reducirt. Unterhalb des Kohlensacks ist die Temperatur hoch genug, um die Schlacken zu erweichen, das Fluorcalcium auf den beigemengten Thon wirken zu lassen und die metallischen Sulfurete in Fluß zu bringen. Im Gestell, unterhalb der Rast, ist die Schmelzung der Schlacken hinlänglich weit vorgerückt, so daß

sie chemisch auf die erdigen Theile der Minern einwirken können; das Zink und ein Theil des Bleies, die zu Metallen reducirt worden sind, werden verflüchtigt. Die ganze Reduction des Eisenoxyds muß fast beendigt sein. Ueber den Formen ist die Schmelzung fast vollendet; sie wird es gänzlich während des raschen Ueberganges aller Substanzen in die Verbrennungs-zone.

In dem Herde trennen sich die im Fluß befindlichen Substanzen in Folge ihrer verschiedenen Tüchtigkeiten; die Sulfurete absorbiren die reducirten und nicht verflüchtigten Metalle und bilden den sich auf dem Boden des Herdes sammelnden Stein. Die Schlacken sind durch Verbindung der Kieselerde, der Thonerde, des Kalkes und des Quarzes in den Minern mit den Schlacken in der Beschickung und mit dem Flußspath gebildet, welcher letzterer durch die Verflüchtigung einen Theil seines Fluors und seines Siliciums verloren hat.

Die Schlacken sind sehr kieselig, enthalten kein Eisenoxyd und sind daher auch strengflüssig. Im Herd sind sie wegen der sehr hohen Temperatur sehr flüssig, allein sie würden diese Flüssigkeit nicht behalten, wenn der Ofen mit einem Vorherd versehen wäre.

Sobald die Schlacken die obere Ebene des Wallsteins, d. h. eine Höhe von 0,40 Met. über dem Boden des Herdes erreichen, fließen sie durch die beiden Spurtiegel ab.

Da der Ofen keinen Vorherd hat, so macht der unaufhörliche Fall der geschmolzenen Substanzen in die Schlacken, welche den Stein bedecken, eine scharfe Trennung der Producte unmöglich; die Schlacken enthalten daher stets eine gewisse Menge von Steinkörnern.

Wenn man den Stein in die äußern Spurtiegel absticht, so fließt die Schlacke über demselben mit den Körnern, die sie noch enthält, ab. Die in den flüssigen Substanzen hervorgebrachte Bewegung bringt noch mehr Körner in die Schlacke und dieselbe verliert ihre Flüssigkeit zu bald, so daß man sie nicht alle absetzen kann.

Die den Stein in den Spurtiegeln bedeckende Schlacke muß im Allgemeinen mehr Körner enthalten, als die während des Betriebes über den Wallstein abfließende. Dennoch muß man stets das Vorkommen von Körnern in der Schlacke annehmen und man darf sie daher nicht eher absetzen, als bis sie zerschlagen und von dem Schmelzer genau untersucht sind. Die große Flüssigkeit der Schlacken ist die wesentlichste Bedingung für ihre Reinheit oder daß sie keine Steinkörner enthalten; es muß daher der Schmelzer fortwährend seine Aufmerksamkeit auf eine flüssige Schlacke verwenden.

Sobald die Schlacken teigig oder zähe werden, enthalten sie viel Granalien und man muß sie alsdann in das Rohschmelzen zurückbringen oder bis zum Ende der Campagne aufbewahren. Die zweckmäßige Flüssigkeit der Schlacke kann der Schmelzer auf eine zweifache Weise erreichen; indem er das Verhältniß des Flußspathzuschlags erhöht, oder indem er die Brennmaterialgicht größer macht, oder indem er mehr Wind in den Ofen bringt.

Das zweite Mittel hat nur eine Temperaturerhöhung in dem untern Theil des Ofens zur Folge, während das erstere dagegen auf die chemische Zusammensetzung der Schlacken einwirkt.

Die Wirkung des ganz und gar reinen Flußspathes ist verwickelt und noch nicht gehörig erkannt; man muß annehmen, daß ein Theil des Fluorcalcium auf Thon in den Minern einwirkt und Fluorsili-

cium bildet, welches sich verflüchtigt, während der ebenfalls gebildete Kalk als Base in die Schlacken geht. Der übrige Theil des Fluorcalciums verbindet sich mit den Kalk- und Thonerdesilicaten, welche die Schlacke bilden und ihr die große Flüssigkeit geben. Der als Zuschlag in den Hütten gebrauchte Flußspath enthält stets eine bedeutende Menge Quarz und Thon genau eingemengt. Es ist ganz klar, daß das Fluorsilicium hauptsächlich durch die in dem Quarz und in dem Thon des Zuschlags vorhandene Kieselerde gebildet sein muß, und daß daher der Nutzeffect desselben auf die Flüssigkeit der Schlacken um so geringer, je weniger rein der Flußspath ist.

Die Schlacken müssen aus zwei Hauptgründen zähe werden:

Durch eine Veränderung in der Zusammensetzung der zur Beschickung gelangenden Minern, welche für den Augenblick mehr Weißliegendes oder Sanderze enthalten.

Durch die Erweiterung des Ofens über den Formen in Folge der Zerstörung der Ofenwände.

Unregelmäßigkeiten beim Aufgeben der Gichten durch zu geringe Sorgfalt der Vorläufer und der Beaufsichtigung veranlaßt, bleiben hier unberücksichtigt, da die Arbeiter gewöhnlich sehr tüchtig, und einer strengen Beaufsichtigung unterworfen sind, so daß Betriebsstörungen aus diesem Grunde gar nicht vorkommen können. Die beiden andern Fälle des Zähwerdens der Schlacken kann der Schmelzer sehr leicht erkennen und eben so leicht die zweckmäßigen Gegenmittel anwenden. Im ersten Falle, wenn die Zähigkeit der Schlacken aus der mehr quarzigen Beschaffenheit der Erze hervorgeht, muß das Verhältniß des Flußspathes so vermehrt werden, daß die gehörige Flüssigkeit der Schlacken zurückkehrt und es muß dieses Verhältniß so lange erhalten werden, bis die Beschickung wiederum ihre normale Beschaffenheit erlangt hat, d. h. indem weniger Sanderze darin befindlich sind.

Im zweiten Fall kann man zwar auch ein gutes Resultat erlangen, wenn man das Verhältniß des Flußspathzuschlages bei der Beschickung erhöht; man muß stets aber auch die Brennmaterialgichten verstärken und mehr Wind in den Ofen schaffen. Ist aber der Raum vor den Formen zu weit geworden, so kann man die zu der erforderlichen Flüssigkeit des Steins und der Schlacken nöthige Temperatur nur dann erlangen, wenn man in gleichen Zeiträumen mehr Brennmaterial verwendet.

Metallische Absätze. — Die gerösteten Minern enthalten nur wenig Eisenoxyd, welches gänzlich reducirt wird, ehe die Gichten die Formen erreichen. Es bilden sich keine Eisensauen, weil dieses Verhältniß sehr gering ist, denn die Beschickung enthält zu wenig Schwefelmetalle und es kann daher der Stein keine bedeutende Eisenmenge absorbiren. Nach dem Abstich finden die Schmelzer in den Ecken des Herdes häufig metallische Niederschläge oder vielmehr mechanische Absätze, welche aus unvollkommen geschmolzenen Metallen bestehen. Sie rühren von den während der Röstung gebildeten Oxyden her, die alsdann während des Schmelzens reducirt werden. Der zu wenig Schwefel enthaltende Stein kann diese Metalle nicht sämmtlich absorbiren und es bildet daher der nicht geschwefelte Theil sogen. Geschur, welches die Schmelzer nach jedem Abstich wegnehmen müssen.

Dieses Geschur enthält nicht mehr als 2 Proc. Kupfer, weshalb man es auch nicht wieder in das Rohschmelzen zurückbringt. Sein Vorkommen beweist aber, daß die in den Mansfelder Hütten angewendete Zugutemachung nur bei den dort vorhandenen Erzen zweckmäßig ist; Erze, die

mehr Eisenoxyd beigemischt enthalten, würden bei dem Rohschmelzen fast stets Eisensauen geben, und man könnte dieselben nur dadurch vermeiden, daß man eine gewisse Menge Kies bei der Beschickung zusetzte. In diesem Fall würde das reducirte Eisen in den Stein übergehen und es würde derselbe noch reich genug an Kupfer sein, um direct zur Silberextraction gelangen zu können.

Es muß noch bemerkt werden, daß man bei dem Rohschmelzen keine rohen Schlacken mit Kupfer- und Eisenoxyd mit durchzusetzen braucht. Diese Substanzen werden in zu entfernt liegenden Hütten gewonnen, um sie nach den Rohhütten gelangen lassen zu können. Wäre man genöthigt, sie der Beschickung zuzusetzen, so würden dadurch die Betriebsverhältnisse gänzlich verändert werden. Unter den oben angegebenen Verhältnissen ist nämlich die Schwefelmenge nicht immer groß genug, um sämmtliche Metalle, Eisen, Nickel, Kobalt u. s. w. in den Stein übergehen zu lassen, indem sich in den Ecken des Herdes Geschur bildet. Wollte man nun in der Beschickung reiche Schlacken zuschlagen, die Metalloxyde enthalten, so würden diese Oxyde von der Kohle und dem Kohlenoxyd nur theilweis reducirt werden; der größte Theil würde auf die Sulfurete einwirken und ein gewisser Theil des Schwefels würde verflüchtigt werden, so daß man eine wesentliche Menge Schwarzkupfer erhalten müßte.

Das Silber würde sich zwischen dem Stein und dem Schwarzkupfer vertheilen und seine Extraction würde große Schwierigkeiten haben.

Man könnte das erwünschte Resultat, einen reichen Stein, ohne Schwarzkupfer nur dadurch erlangen, daß man der Beschickung kiesige Materialien zusetzte, die aber im Mansfeldschen gänzlich mangeln.

Man kann es daher nicht als einen Nachtheil ansehen, ausgenommen in Beziehung auf die erhöhten Transportkosten, daß die Hütten, in denen das Schwarzkupferschmelzen und das Gaarmachen erfolgt, von den Rohhütten entfernt liegen; denn, wenn auch wirklich alle diese verschiedenen Hütten so nahe bei einander lägen, daß der Transport der Schlacken sehr wohlfeil wäre, so dürfte man doch beim Rohschmelzen die reichen Schlacken mit Metalloxyden nicht zuschlagen.

a'. — Strengflüssige Erze. — Die Zugutemachung der strengflüssigen Erze in der Sangerhäuser Hütte zeigt die größte Aehnlichkeit mit der so eben beschriebenen Zugutemachung der gewöhnlichen Erze.

Nur der Schiefer und die kalkigen Noberge werden dem Brennen oder Rösten unterworfen, während die Sanderze aus dem Weißliegenden zu wenig organische Substanzen enthalten, um eine Röstung zu erfordern.

Erster Prozeß. — Das Brennen des Schiefers wird in großen Haufen von 150—160 Tonnen ausgeführt und kostet 0,735 Frcs. die Tonne. Das Verhältniß der bituminösen und kalkigen Minern ist ungefähr das von 0,42, während das der Sanderze sich auf 0,58 von 1 der zur Hütte geförderten Erze beläuft. Will man daher die Röstkosten auf die Tonne Erz zurückführen, so muß man die so eben angegebenen Zahlen mit 0,42 multipliciren, um richtige Resultate für die Röstkosten zu erlangen:

Arbeitslöhne, 0,126 Schichten . .	0,252	Frcs.
Holz und Kohlen, 0,0029 Tonnen	0, 56	„
Summa	0,308	Frcs.

Zweiter Prozeß. — Rohschmelzen. — Die gebrannten und die ungebrannten Erze werden in einem fast constanten Verhältniß mit einander beschickt, und es wird Flußspath so wie Schlacken von dem Prozeß selbst, in einem mit dem Gange des Ofens veränderlichen Verhältniß zugeschlagen, in einem Verhältniß, welches jedoch immer bedeutender ist, als bei der Zugutemachung der gewöhnlichen Erze. Dieser Unterschied ist durch die Schwierigkeit, womit die Sanderze schmelzen, hinlänglich erläutert.

Die mittlere Zusammensetzung der Beschickung ist die folgende:

Gerösteter Schiefer	33,34	100
Geröstete Roberge	8,33	
Ungeröstete Sanderze	58,33	
Flußspath		38,33
Schlacken von dem Prozeß selbst		31,33

Die zugeschlagenen Schlacken sind Silicate mit Thon- und Kalkerdebasen in Verbindung mit Fluorcalcium und enthalten kein wesentliches Verhältniß von Eisenoxyd.

Die Beschickung hat daher denselben Character als wie die der übrigen Rohhütten, von denen wir schon geredet haben; sie enthalten:

Schwefelmetalle, wenig Oxyde, die während des Röstens durch die Einwirkung der Luft auf die an der Oberfläche der Erzstücke befindlichen Sulfurete gebildet worden sind. Erdige Substanzen; gebrannter Schiefer; Kalk; Quarz-Sandstein; Flußspath mit Thon und mit Quarz.

Schlacken ohne Metalloxyde, welche zur Erleichterung der Schmelzung der erdigen Substanzen zugeschlagen worden sind.

Das Schmelzen wird in einem Großofen mit drei Formen, dessen Dimensionen gleich denen, der zu den gewöhnlichen Erzen verwendeten sind, ausgeführt.

Man wendete 1850 nur Holzkohlen an, weil die Kokes des weitern Transports wegen zu hoch zu stehen kommen, und weil die Hütte von Waldungen umgeben ist, die der Gesellschaft angehören und deren Producte man benutzen muß. Der Bearbeiter fügt hinzu, daß jetzt ein, wie auch weiter unten speciell nachgewiesen werden soll, bedeutender Zusatz von Kokes gemacht wird.

In Beziehung auf das Arbeiterpersonal, die Betriebsführung und die chemischen Reactionen haben wir zu dem schon weiter oben Gesagten nichts hinzuzufügen.

Haushaltsverhältnisse. — Man hat in dem Jahre 1850 2325 Tonnen Erz in einer einzigen Campagne von 280 Tagen verschmolzen, und daher in 24 Stunden im Durchschnitt 8,30 Tonnen Erz und 14,11 Tonnen Beschickung. Man hat 892 Tonnen Flußspath zugeschlagen und 840 Tonnen Holzkohlen, so wie 140 Tonnen Holz für den Lufterhitzungsapparat verbraucht. Die verschiedenen Kosten, Ofenreparaturen, Gezähe, Gebläse u. s. w. haben sich auf 1050 Frcs. belaufen.

Man hat 139 Tonnen Stein, der der Probe nach 52 Proc. Kupfer und 120 Grm. Silber in 100 Kilogrm. enthalten sollte, d. h. etwas mehr Kupfer und Silber gewonnen, als die Erzproben angegeben hatten. Dieses Resultat hat nichts Ueberraschendes, da die Steinproben mit größerer Genauigkeit ausgeführt werden können, als die Proben sehr armer Erze.

Nach den obigen Zahlen sind die Specialkosten des Rohschmelzens für die ganze Campagne die folgenden gewesen:

Holzkohlen, 840 Tonnen à 42 Frcs.	35,280 Frcs.
Holz, 114 Tonnen à 15 Frcs.	2,100 „
Flußspath, 892 Tonnen à 14 Frcs.	12,488 „
Arbeitslöhne, 2800 Schichten à 2 Frcs. . . .	5,600 „
Gebläse, Reparaturen, Gezähe, diverse Kosten .	1,050 „
Summa	56,518 Frcs.

Es betragen daher die Kosten auf 1 Tonne zu Gute gemachtes Erz:

Kohlen, 0,361 Tonnen	15,162 Frcs.
Holz, 0,060 Tonnen	0,900 „
Flußspath, 0,383 Tonnen	5,362 „
Arbeitslöhne, 0,204 Schichten	2,408 „
Gebläse, Reparaturen, Gezähe, diverse Kosten .	0,451 „
Summa	24,283 Frcs.

Daraus hat man gewonnen 0,06 Tonnen Stein mit einem Gehalt von 0,031 Kupfer und 72 Grm. Silber.

Außerdem hat man während der ganzen Campagne etwa 14 Tonnen Geschur, welches bei fast jedem Abstich aus den Ecken des Herdes weggenommen wird, erhalten. Dasselbe wird nicht benutzt, da es zu wenig kupfer- und silberhaltig ist.

Ueber die Betriebsverhältnisse der Sangerhäuser Hütte im Jahre 1854 bemerkt die Preuß. Zeitschrift, Bd. III, Abth. A, S. 228, Nachstehendes: — Die Hütte erhielt 282 Fuder 24 Ctr. Erze, 39 Fuder 8 Ctr. Waschgut, 515 Fuder 23 Ctr. Schiefer und 44 Fuder 10 Ctr. Dach, zusammen 89,1 Fuder 5 Ctr. Schmelzgut aus dem Sangerhäuser Reviere. In der Beschickung nahm man auf 1 Theil Erz 2 Theile des andern Schmelzgutes. Im Ganzen kamen 906 Fuder zur Verarbeitung, woraus 5176 Ctr. oder aus 1 Fuder 5,7 Ctr. Rohstein mit 55,44 Pfd. Kupfergehalt gewonnen sind. Die sogenannten Erze bilden das reichste Schmelzgut, indem sie durchschnittlich 456,5 Pfd. Kupfer im Fuder enthielten, während die Schiefer um 210,38 und das Dach nur 110 Pfd. ergeben haben. In frühern Jahren belief sich der Kupfergehalt der Erze bis auf 800 Pfd. Der enthaltene Stein kommt direct, ohne Concentrationsarbeit zur Entsilberung. Die beiden vorhandenen Großöfen wurden, bei erhitzter Gebläseluft, theils mit Holzkohlen allein, theils mit Holzkohlen und Kokes, theils mit Kokes allein betrieben und man hat gefunden, daß für letztere Betriebsweise ein weites Gestell, nicht aber auch ein weiter Schacht vortheilhaft ist. Bei den angestellten Versuchen bedurfte man auf 1 Fuder Beschickung entweder 28,53 Tonnen Holzkohlen, oder 11,50 Tonnen Holzkohlen mit 6,70 Tonnen Berliner Kokes, oder 11,35 Tonnen Holzkohlen mit 5,45 Tonnen englischer Kokes. Die Ergebnisse nach dem Durchschnitte des Jahres sind folgende:

Zu 1 Fuder Minern verbrauchte man bei heißer Luft:

Englische Kokes . . .	7,95 Tonnen.
Berliner Kokes	0,55 „
Holzkohlen	[illegible],20 „



Bei einem Zuschlag von:

Flußspath	23,23 Ctr.
Schwefelkies	1,16 „

Bemerkungen. — Indem man diese Zahlen mit denjenigen vergleicht, die weiter oben für die Zugutemachung der gewöhnlichen Erze mitgetheilt worden sind, kann man sich Rechenschaft von dem Einfluß geben, den die mehr oder weniger quarzige Beschaffenheit der Erze auf die Zugutemachungskosten hat.

Für die ganze Campagne sind die Ausgaben bei strengflüssigen Erzen weit bedeutender; der Unterschied rührt hauptsächlich von dem bedeutendern Verhältniß des als Zuschlag benutzten Flußspathes her. Man kann in 24 Stunden fast dieselbe Menge Materialien, d. h. etwa 14 Tonnen durchsetzen und die Dauer der Campagnen ist in beiden Fällen fast gleich. Da aber die strengflüssigen Erze einen weit größern Flußspath- und Schlackenzusatz erfordern, so kann man in 24 Stunden nur 8 Tonnen Erz verschmelzen, während in derselben Zeit 12 Tonnen gewöhnliche Erze verschmolzen werden können.

Wenn man die Schmelzkosten auf die Tonne zu Gute gemachter Erze zurückführt, so wirkt der Einfluß der quarzigen Beschaffenheit der Gangart auf die Vermehrung der Kosten:

für die Zuschläge in dem Verhältniß von 5 : 1,

für die andern Kosten 3 : 1.

Der geringere Kupfer- und Silbergehalt der strengflüssigen Erze hat keinen Einfluß auf diese erhöhten Kosten.

a''. — Unreine Erze. — Die Zugutemachung unreiner Erze ist wegen des Vorhandenseins eines bedeutenden Verhältnisses von Blende und das verschiedener Sulfurete, unter denen das Schädlichste Arsenkies und das Nützlichste Schwefelkies, wesentlich verwickelter und schwieriger. Es sind vier auf einander folgende Prozesse erforderlich, um einen hinreichend reichen und zu gleicher Zeit reinen Stein darzustellen, welcher der Extraction unterworfen werden kann.

Es sollen nun diese Prozesse beschrieben und zu gleicher Zeit allgemeine Betrachtungen über die Reactionen von jedem derselben angestellt werden.

Erster Prozeß. — Das Erzbrennen. — Das Brennen wird in großen Haufen von 150 — 160 Tonnen und auf dieselbe Weise ausgeführt, wie bei den gewöhnlichen Erzen. Man hat im Jahre 1850 50 verschiedene Haufen für die 7640 Tonnen Erz, die zur Zugutemachung gekommen sind, abgeröstet. Der Gewichtsverlust bei dem Erzbrennen hat zwischen 12 und 13 Proc. geschwankt; da die Metallsulfurete in einem stärkern Verhältniß vorhanden waren, als in den übrigen Hütten, so enthalten die gebrannten Erze ein sehr veränderliches aber sehr wesentliches Verhältniß von Metalloxyden, hauptsächlich von Eisen und Zink. Es wird bei der Röstung zwar ein Theil des Arsens vertrieben, allein es bleibt in dem gerösteten Erz noch eine wesentliche Menge zurück.

Die Specialkosten für diesen ersten Prozeß können wie bei dem Brennen gewöhnlicher Erze bestimmt werden; sie betragen 0,735 Frcs. auf die Tonne Erz.

Zweiter Prozeß. — Erstes Steinschmelzen. — Der Zweck dieses [illegible]schmelzens und sein Betrieb können nicht dieselben sein wie b[illegible] der [illegible]hen und bei den strengflüssigen.

verarbeiten, wobei 1,250 bis 1,300 Tonnen Kokes in 24 Stunden durchgesetzt werden.

Haushaltsverhältnisse. — Als Beispiel sollen die Kosten einer Rohschmelzcampagne von 80 Tagen genommen werden, während welcher man 705 Tonnen Minern mit 35 Tonnen Flußspath verschmolzen hat.

Man hat dabei verbraucht: 105 Tonnen Kokes, 3,50 Tonnen Holzkohlen zum Anblasen und 31 Tonnen Wellholz zur Feuerung des Lufterhitzungsapparates.

Man hat 79 Tonnen Stein producirt, der im Durchschnitt 30 Proc. Kupfer und 120 Grm. Silber in 100 Kilogrm. enthielt.

Die 7440 Tonnen Erze, welche die Hütte erhalten hat, erforderten elf Campagnen und vier Oefen; man hat 830 Tonnen Stein mit 255 Tonnen Kupfer und 995 Kilogrm. Silber erzeugt.

Das beim Schmelzen erforderliche Arbeiterpersonal besteht aus einem Meister, zwölf Schmelzern, zwölf Vorläufern und zwei Tagelöhnern.

Nach diesen Zahlen lassen sich die Specialkosten für das Rohschmelzen in der als Beispiel angenommenen Campagne, folgendermaßen bestimmen:

Kokes, 105,00 Tonnen à 58 Frcs. . . .	6090 Frcs.
Holzkohlen, 3,50 Tonnen à 42 Frcs. .	147 „
Holz, 31,00 Tonnen à 15 Frcs. . . .	465 „
Flußspath, 35,00 Tonnen à 14 Frcs . .	490 „
Arbeitslöhne, 720 Schichten à 2 Frcs. .	1440 „
Gebläse, Reparaturen, Gezähe, diverse Kosten	950 „
Summa	9582 Frcs.

Dieß macht auf die Tonne Erz:

Kokes, 0,149 Tonnen	8,642 Frcs.
Holzkohlen, 0,005 Tonnen	0,210 „
Holz, 0,044 Tonnen	0,660 „
Flußspath, 0,050 Tonnen	0,700 „
Arbeitslöhne, 0,021 Schichten	2,042 „
Gebläse, Reparaturen, Gezähe, diverse Kosten	1,337 „
Summa	13,591 Frcs.

Die Tonne Erz hat 0,112 Tonnen Stein producirt.

Dritter Prozeß. — Steinröstung. — Der Stein wird in Stadeln mit zwei Feuern geröstet. Die Mauern haben 1,38 Met. Höhe, die Stadeln sind 2 Met. breit und 2,40 Met. tief, und können leicht 10 Tonnen Stein enthalten. 16 Stadeln reichen für den Betrieb der Hütte vollkommen aus.

Zum ersten Feuer verbraucht man nur Späne und kleines Holz; die Röstung ist in zehn oder zwölf Tagen vollendet, je nach den atmosphärischen Einwirkungen. Beim zweiten muß man aber in den Stadeln ein Holzbett machen und den Stein durch Holzkohlen in zwei Schichten theilen. Dieses zweite Feuer dauert wenigstens 14 Tage.

Die Specialitäten des Betriebes bedürfen hier eben so wenig einer Wiederholung als die Reactionen bei der Stadelröstung; sie sind weiter oben mit den erforderlichen Details aus einander gesetzt.

Die zur Röstung von 830 Tonnen Stein nöthigen Kosten waren die folgenden:

Holz, 41,50 Tonnen à 12 Frcs.	. . . . .	498,00 Frcs.
Holzkohlen, 1340 Tonnen à 42 Frcs.	. . .	562,80 „
Arbeitslöhne, 335 Schichten à 2 Frcs.	. . .	670,00 „
	Summa	1730,80 Frcs.

Es giebt dieß für die Tonne Stein und die Tonne Erz:

Holz, 0,050 T.	0,600 Frcs.	. . 0,0056 T. . .	0,067 Frcs.
Holzkohlen, 0,016 T. .	0,672 „	. . 0,0018 T. . .	0,076 „
Arbeitslöhne, 0,404 Sch.	0,808 „	. . 0,045 Sch. . .	0,090 „
Summa	2,080 Frcs.	Summa	0,233 Frcs.

Vierter Prozeß. — Concentrationssteinschmelzen. — Der in zwei Feuern geröstete Stein enthält eine bedeutende Menge von Eisen-, Zink-, Kupfer-, Nickel- u. s. w. Oxyden; ferner Arseniate, Arseniuren und Metallsulfurete, welche bei der Röstung nicht zersetzt werden konnten.

Der Zweck des zweiten Steinschmelzens ist der, den gesammten Kupfer und Silbergehalt in einen sehr reichen und zu gleicher Zeit sehr reinen Stein zu concentriren. Dieses Resultat muß ohne Zuschlag von kiesigen Substanzen bewirkt werden, auch darf sich kein Schwarzkupfer, dessen Silbergewinnung schwierig sein würde, abscheiden.

Die Stadelröstung kann nicht weit getrieben werden, denn der erste Stein enthält nicht viel Schwefel und der geröstete Stein die einzige geschwefelte Substanz, welche in die Beschickung des zweiten Steinschmelzens gelangt, muß eine hinreichende Schwefelmenge enthalten, damit sich alle Metalle, die weder verschlackt noch verflüchtigt sind, in einem neuen Stein sammeln können.

Während des Schmelzens muß man den Schwefelgehalt in dem gerösteten Stein so viel als möglich schonen und daher das gesammte Kupferoxyd in den oberen Theilen des Ofens reduciren, indem man die Production des Kupfersilicates vermeidet, dessen Zersetzung dem Stein stets etwas Schwefel nimmt.

Man muß daher in Großöfen arbeiten und der Beschickung nur strengflüssige Schlacken zuschlagen, die gar keine oder nur sehr wenig Kupferoxyde enthalten. Wird der Betrieb auf diese Weise geführt, so erlangt man die vollständige Zersetzung des Kupferoxyds in denjenigen Theilen des Ofens, in welchem die Temperatur nicht hoch genug ist, um die zugeschlagenen Schlacken erweichen zu können. Die in den Herd niederfallenden Silicate sind nur sehr kupferarm und man darf nur sehr wenig Schwefel durch die chemische Reaction der Sulfurete im Stein auf die Silicate der Schlacken verloren gehen lassen.

Man erlangt außerdem die fast vollständige Zersetzung der Arseniate, die vollständige Reduction der Zink- und der Bleioxyde, so wie die Verflüchtigung von einem großen Theil dieser beiden Metalle und des Arsens.

Andrerseits ist es wesentlich, die Oxyde des Eisens, des Nickels und des Kobalts zu verschlacken und folglich die Reductionskraft im obern Theil des Ofens zu vermindern. Es müssen die aufgegebenen Schlacken in Fluß kommen und das Eisenoxydul, so wie das Nickel- und Kobaltoxyd absorbiren, ehe noch die Gase dieselben reduciren konnten.

Wurde dieses Resultat nicht erreicht, so würde das Eisen, das Kobalt und das Nickel, hauptsächlich aber das erstere, welches in größerer Men-

vorhanden ist als die letztern, von den Gasen reducirt und veranlaßte Ansätze oder sie concentrirten sich in dem Stein. Im erstern Falle würde die Campagne bald unterbrochen worden sein, während im zweiten Falle die Metalle eine verhältnißmäßige Menge Kupfer fällten, so daß sich Schwarzkupfer ausschied. Unter diesen Verhältnissen würde man das Silber nicht allein aus dem Kupferstein, sondern auch aus dem Schwarzkupfer extrahiren müssen, welches man jedenfalls zu vermeiden suchen muß.

Diese theoretischen Betrachtungen machen es begreiflich, wie viel Schwierigkeiten man überwinden mußte, wie viel Proben und Versuche man anzustellen genöthigt war, um den erforderlichen Grad des Fortschreitens der Röstung, die Zusammensetzung der Beschickung, die Form und den Betrieb der Ofen zu reguliren, um einen Stein von erforderlichem Reichthum und erforderlicher Reinheit produciren zu können.

Der Bearbeiter muß daher hinzufügen, daß man seit 1850 dieses Concentrationsschmelzen des armen und unreinen Steins in Schachtöfen nach und nach ganz aufgegeben und durch eine Concentration in Flammöfen ersetzt hat. Es fand das Concentrationsschmelzen in Schachtöfen hauptsächlich auf der Kupferkammerhütte statt, wo man aber jetzt, wie schon früher auf der Gottesbelohnungshütte, die weiter oben beschriebenen, jedoch neuerlich verbesserten Flammöfen eingeführt hat, auf deren Betrieb der Bearbeiter zurückkommt. Daß hier das Concentrationsschmelzen im Schachtofen noch beschrieben worden ist, kann der Werth unserer Arbeit um so weniger benachtheiligen, da unsere Leser dadurch in den Stand gesetzt werden, auch diesen Fortschritt des so musterhaften Mansfelder Hüttenbetriebes, durch eine Vergleichung selbst zu erkennen.

Beschickung. — Die mittlere Zusammensetzung der Beschickung ist die folgende:

In zwei Feuern gerösteter Stein . . .	100
Kieselige Rohschlacken	25.

Man kann das Verhältniß der Schlacken nach dem Ofenbetriebe etwas verändern, selten aber 30 Proc. Schlacken im Verhältniß zu dem gerösteten Erz übersteigen; kupferreiche Schlacken wurden niemals angewendet.

Man bringt außerdem in die Beschickung die Schlacken von dem Schmelzen selbst, welche Granalien enthalten; die bei einem schlechten Ofengange gefallenen, die auch Kupferoxyde enthalten, werden hauptsächlich am Ende der Campagne mit durchgesetzt oder gehen zum Rohschmelzen.

Der Ofen. — Die zu diesem Prozeß angenommene Einrichtung des Ofens ist im Allgemeinen der beim Rohschmelzen gleich. Der Schacht hat einen runden Querschnitt; vom Kohlensack bis zu dem Bodenstein hat der Querschnitt die Form eines Trapezes.

Die gesammte Höhe des Ofens beträgt 3,60 Met., die Höhe des Schachtes beträgt 2 Met.; die Durchmesser sind: in der Gicht 0,60 Met., im Kohlensack 1,10 Met. Die Dimensionen und Einrichtungen des Herdes sind dieselben wie bei dem in Figur 1 und 2, Tafel V dargestellten Großofen.

Die auf 120 bis 130 Grad in einem besondern A[illegible] [illegible]nft wird durch eine einzige Form eingeführt, die an de[illegible] [illegible]d 0,155 Met. über dem Bodenstein liegt. Es wir[illegible] [illegible]is 0,18 Met. langen Nase gebl[illegible] [illegible]m Koke[illegible] [illegible]t.

Es werden ungefähr 6 Cubikmet. Luft in der Minute mit einer Pressung von 0,025 bis 0,030 Met. Quecksilber, eingeblasen.

Der normale Betrieb. — Das Anblasen und der Betrieb des Ofens haben nichts Eigenthümliches; die Beschickung wird auf der Formseite aufgesetzt, die Kokes auf der entgegengesetzten Brustseite; die Schlacken fließen frei durch die Oeffnungen, die zu beiden Seiten des Wallsteins in dem feuerfesten Thon abgebracht sind, ab. Am Ende jeder Schicht wird der Stein abgestoßen und der Herd gereinigt.

Das Schmelzen wird sehr langsam geführt, denn man setzt in 24 Stunden nicht mehr als 7 Tonnen Beschickung durch, selbst wenn der Ofen in einem sehr guten Gange ist; die Campagnen sind kurz und dauern nicht länger als 2½ Monat; die Ofenwände werden sehr schnell von den wenig kieseligen aber wenig Eisenoxyd haltenden Schlacken angegriffen. Man beschließt die Campagne immer damit, daß man ein oder zwei Tage die Schlacken von dem Prozeß selbst durchsetzt. Man bewahrt für dieses Schmelzen die etwas zähen Schlacken auf, die bei augenblicklichen Betriebsstörungen gefallen sind und die etwas Kupferoxydul enthalten.

Ein einziger Ofen reicht zur Zugutemachung der 830 Tonnen Stein hin, welche von 7640 Tonnen Erzen erfolgt sind.

Arbeiterpersonal. — Der Betrieb des Ofens erfordert vier Schmelzer, zwei Vorläufer und ein Tagelöhner; die Arbeit wird unter Leitung der Betriebsbeamten ausgeführt. Der Tagelöhner arbeitet nur während des Tages, Schmelzer und Vorläufer arbeiten abwechselnd in der Tage- und in der Nachtschicht.

Producte. — Man erhält zwei Hauptproducte, Concentrationsstein und Schlacke; außerdem erhält man noch nach den Abstichen aus den Ecken des Herdes unvollkommen geschmolzen metallische Ansätze, die kupferreicher sind als die bei der Verarbeitung gewöhnlicher und strengflüssiger Erze erhaltenen. Diese eisenhaltigen Ansätze kommen nur in geringer Menge vor und werden dem Rohschmelzen zugeschlagen.

Der Stein ist kupferreich, dagegen schwefelarm, indem er etwa 20 Proc. enthält und hat auch gewöhnlich einen geringen Arsengehalt. Sein Eisengehalt ist ziemlich bedeutend und stets enthält er auch eine wahrnehmbare Menge von Nickel, Kobalt, Zink und selbst Blei. Sein mittlerer Kupfergehalt beträgt 50—52 Proc. und in 100 Kilogrm. sind 200—210 Grm. Silber enthalten.

Die Schlacke enthält als Basen: Thonerde, Kalkerde, Eisenoxyd und wenig Zink-, Nickel- und Kobaltoxyd; sie ist sehr basisch und enthält nicht mehr als 32—33 Proc. Kieselerde. Fast immer enthält sie Granalien, deren Vorhandensein hauptsächlich von der Beschaffenheit des Herdes abhängt, wie schon bei der Zugutemachung der gewöhnlichen Erze bemerkt worden ist. Selten enthalten die Schlacken Kupferoxydul und ihr Metallgehalt ist immer sehr veränderlich. Die reichsten Schlacken sind die, welche beim Abstechen auf dem Stein liegen; sie kommen in die Beschickung des Schmelzprozesses selbst zurück. Die über den Wallstein abfließenden Schlacken werden zerschlagen und unter Aufsicht des Schmelzmeisters ausgehalten; ein [illegible]nn abgesetzt werden, ein anderer dagegen wird bis zum Ende der aufbewahrt oder er geht zum Rohschmelzen zurück.

[illegible]shaltsverhältnisse. — Als Beispiel der Kosten, welch[illegible] [illegible]zeß veranlaßt, sollen die Betriebsresultate einer Campagne

65 Tagen, die im Allgemeinen günstig ausfiel, mitgetheilt werden. Man hat 325 Tonnen in zwei Feuern gerösteten Stein verschmolzen und dabei 97,50 Tonnen Kokes und 2,50 Tonnen Holzkohlen zum Anblasen verbraucht. In dem Lufterhitzungsapparat hat man 26 Tonnen Holz verbrannt.

Man hat 191 Tonnen Concentrationsstein erhalten, welcher nach der Probe 50 — 51 Proc. Kupfer und 205 Grm. Silber in 100 Kilogrm. enthielt.

Die Specialkosten dieser Campagne waren die folgenden:

Kokes, 97,50 Tonnen à 58 Frcs. . . .	5655	Frcs.
Holzkohlen, 2,50 Tonnen à 42 Frcs. . .	105	„
Holz, 26,00 Tonnen à 15 Frcs. . . .	390	„
Arbeitslöhne, 450 Schichten à 2 Frcs. .	910	„
Gebläse, Reparaturen, Gezähe, diverse Kosten	800	„
Summa	7860	Frcs.

Es haben daher die Tonne Stein und die Tonne Erz nachstehende Kosten verursacht:

Kokes, 0,30 T.	17,400	Frcs.	. . 0,0336 T. . .	1,945	Frcs.
Holzkohlen, 0,008 T. . .	0,336	„	. . 0,0009 „ . .	0,037	„
Holz, 0,080 T.	1,200	„	. . 0,0009 „ . .	0,134	„
Arbeitslöhne, 1,40 Sch. .	2,800	„	. . 0,157 „ . .	0,314	„
Diverse Kosten	2,460	„	. . . .	0,275	„
Summa	24,196	Frcs.	Summa	2,705	Frcs.

Die Tonne armer Steine hat 0,588 concentrirten Stein gegeben, die Tonne Erz allein 0,0658 Tonnen Stein, der bei der Probe 50 Proc. Kupfer und 205 Grm. Silber in 100 Kilogrm. enthielt.

Nimmt man die vorhergehenden Resultate als das mittlere Ausbringen der zu Gute gemachten Erze an, so gelangt man zu folgenden Zahlen. Die 7640 Tonnen unreinen Erze haben 5002,71 Tonnen Concentrationsstein gegeben, welcher enthielt: Kupfer 251,35 Tonnen und Silber 103,055 Kilogr.

Die Specialkosten der Zugutemachung auf 1 Tonne Erz zurückgeführt haben 17,264 Frcs. betragen und haben bestanden in:

Kokes, 0,1826 Tonnen	10,587	Frcs.
Holzkohlen, 0,0084 Tonnen	0,353	„
Holz, 0,0656 Tonnen	0,966	„
Flußspath, 0,050 Tonnen	0,700	„
Arbeitslöhne, 1,523 Schichten . . .	3,046	„
Diverse Kosten	1,612	„
Summa	17,264	Frcs.

Es muß bemerkt werden, daß diese Kosten geringer als die für die Zugutemachung der strengflüssigen Erze sind.

Producirter Stein. — Die 32,711 Tonnen in dem Jahre 1850 gewonnenen Erze haben 2916,71 Tonnen Concentrationsstein von hinlänglicher Reinheit dargestellt, um zur Silberextraction zu gelangen. Er enthielt nach den Proben: 1347,65 Kupfer und 7,094,85 Kilogrm. Silber, d. h. durchschnittlich:

auf die Tonne Stein 0,462 T. Kupfer und 2,432 [illegible]
und auf die Tonne Erz 0,0412 T. [illegible] 0,217 [illegible]

Diese Zahlen weichen etwas von denen ab, welche die Erzproben ergeben haben, allein man darf nach dem Unterschiede den Metallverlust bei den Hüttenprozessen nicht berechnen, weil die Proben nicht mit hinreichender Genauigkeit ausgeführt werden können.

Das Concentriren des Rohsteins im Flammofen*). — Neuerlich werden die armen und unreinen Rohsteine mit weniger als 40 Proc. Kupfer, namentlich als Vorbereitung zur Ziervogel'schen Silberextraction, auf der Leimbacher=, der Gottesbelohnungs= und Kupferkammerhütte, im Flammofen, der weiter oben beschrieben und in den Figg. 11 und 12, Taf. V abgebildet ist, concentrirt.

Das Verfahren bei dem Concentriren ist das folgende: Der zu concentrirende Kupferstein wird in Mengen von 216 Ctr. in gemauerten, 8 Fuß langen, 6 Fuß breiten und 5 Fuß hohen Stadeln, auf einer Unterlage von Wellholz 14 Tage lang geröstet. Das Gutgeröstete wird ausgehalten, das Schlechtgeröstete dagegen in freien Haufen bei Zwischenlagen von harten Holzkohlen nochmals 14 Tage geröstet. Auf 1 Ctr. Stein gehen 0,1 Tonnen Kohlen und 0,1 Stück Wellholz (die Gemäß-Tonne = 7½ Kubikfuß.)

Soll nun dieser geröstete Stein concentrirt werden, so wird eine Charge von 12 Ctr. einmal geröstetem und von 12 Ctr. zweimal geröstetem Stein in dem rothglühenden Ofen mit 12 Zoll breiten und 3 Zoll tiefen Löffeln so auf den Herd getragen, daß die Mitte desselben möglichst frei bleibt, während das Meiste an der Feuerbrücke liegt. Auf den Stein vertheilt man 4 Ctr. Sand, verschließt die Ofenthüren und feuert 3 Stunden lang mit einem Gemenge von 7½ Volumtheilen engl. Steinkohlen und 8½ Volumtheilen Riestedter Braunkohlen. Das Schmelzgut wird darauf 1 Viertelstunde lang durch die Oeffnung f an der kurzen Seite des Ofens mit einer zweizackigen schmiedeeisernen Krahle umgerührt, es wird wieder 2½ Stunden gefeuert und es werden dann noch 6 Ctr. von den beiden Steinsorten eingetragen. Man setzt diesen Stein kranzförmig an den Seiten des Herdes ein, feuert 2 Stunden, rührt wieder eine halbe Stunde um und giebt noch eine zweistündige starke Hitze.

Es wird nun die Schlacke abgezogen und mittels eines kleinen Löffels eine Steinprobe aus der Mitte des Metallbades genommen. Zeigt der Stein eine fahl= bis bleigraue Farbe und einen nicht strahligen Bruch, so hat er die erforderliche Beschaffenheit und einen Kupfergehalt von 70—76 Proc.; zeigt er dagegen eine schwarze Farbe und einen unebenen, in's Strahlige übergehenden Bruch, so beträgt der Kupfergehalt noch unter 70 Proc. Bei blasiger Beschaffenheit endlich und bei Ausscheidung von Kupfer ist der Kupfergehalt durch eine zu starke Röstung zu hoch getrieben, so daß kupferreiche Schlacken entstehen.

Ist der Stein zu arm, so leitet man durch Oeffnen der Kanäle h und i der Feuerbrücke und im Gewölbe eine weitere Verschlackung durch Luftzuführung ein, während man dem zu reichen Stein rohen Stein zuschlägt. [illegible] beiden Fällen wird aber mehr Brennmaterial und mehr Zeit [illegible] Bei der nächsten Charge sucht man durch Veränderung des

[illegible] ter entnimmt das Nachstehende, wie schon oben bei der Besch[illegible] merkt wurde, aus Kerl's Hüttenkunde, Bd. II, S. 260 u.

Verhältnisses zwischen ein- und zweimal geröstetem Stein einen richtigen Schmelzgang herbeizuführen.

Nach dem Schlackenziehen setzt man, ohne den Stein abzustechen, eine zweite Charge von 24 Ctr. Stein, nebst 3 Ctr. Sand und demnächst noch 12 Ctr. vom erstern ein und verfährt damit in gleicher Weise, wobei sich die Perioden nur um eine halbe Stunde abkürzen. Zeigt eine genommene Probe die gehörige Beschaffenheit des Steines an, so sticht man denselben in das Sandbett ab und besprengt ihn mit Wasser. Neuerlich wird jedoch aller Spurstein granulirt und dessen Zerkleinerung dadurch wesentlich erleichtert.

Darauf reinigt man den Herd von anhängenden Schlacken, bessert denselben mit Quarz und den Stich mit Gestübbe aus und beginnt nach einhalbstündiger Abkühlung eine neue Campagne, wofern nicht der Ansatz von Bühnen das Durchschmelzen einer Charge rohen Steines erforderlich macht.

Das Verschmelzen von 2 Chargen erfordert 18—20 Stunden Zeit und 7 Gemäß Tonnen engl. Steinkohlen à 310 bis 320 Pfd. Gewicht, so wie 8 Tonnen Riestedter Braunkohlen à 300 Pfd. Gewicht.

Die Producte sind 36—40 Ctr. Spurstein mit 70—76 Pfd. Kupfer und 251 Grän Silber, so wie 36—40 Ctr. Schlacke mit höchstens ½ Pfd. verschlacktem Kupfer und 10 Pfd. in mechanisch eingemengtem Kupferstein enthaltenem Kupfer. Die Schlacke wird in Quantitäten von 1½ bis 3 Ctr. auf 1 Fuder Schiefer beim Rohschmelzen zugeschlagen.

Ueber die Betriebsresultate der Spursteinproduction in den Hütten zu Leimbach, Kupferkammer, Gottesbelohnung und Mittelhütte bei Eisleben bemerkt die Preuß. Zeitschr., Bd. II, Abth. A, S. 318 2c., Bd. III, A, 228 und Bd. IV, A, 231 das Nachstehende:

Wir wiederholen, daß der reichere Rohstein, nämlich der der Eisleber Hütten (1853 mit durchschnittlich 51,29 Pfd. Kupfer und 9 Loth 3 Grän Silber) und der Sangerhäuser (mit 56½ Pfd. Kupfer und 4 Loth 6 Grän Silber im Centner) ohne weitere Vorbereitung zur Entsilberung abgeliefert worden, während der ärmere Rohstein der drei übrigen Hütten (auf der Leimbacher Hütte z. B. mit 40 bis 42 Proc. Kupfergehalt) vorher einer Concentrationsarbeit unterworfen wird. Derselbe unterliegt dazu zuerst ein bis zweimal der Röstung im offnen Feuer; einmal gerösteter Rohstein wird in der Regel nur dann zugesetzt, wenn sich bei mangelndem Schwefelgehalt regulinisches Kupfer ausscheiden will.

Um 100 Ctr. Rohstein im Flammofen zu concentriren, waren auf der Leimbacher Hütte 13,04 Tonnen Riestädter Braunkohlen und 10,02 Tonnen englische Steinkohlen, und auf der Kupferkammerhütte 13,8 Tonnen Braunkohlen und 10 Tonnen Steinkohlen, erforderlich.

Durch das neue Verfahren, s. g. Doppelchargen zu setzen, ist der Brennmaterialaufwand sehr ermäßigt worden. Während nämlich früher nur 36 Ctr. Rohstein eingeschmolzen und demnächst nach Abzug der Schlacke durch den erhaltenen Spurstein abgelassen wurde, wird jetzt nach Einschmelzen dieser ersten Ladung zwar die Schlacke abgezogen, dem flüssigen Spurstein aber eine zweite Ladung Rohstein zugesetzt, und erst nach deren Einschmelzung un[illegible] Abziehen der Schlacken der Spurstein abgestochen, wob[illegible]ennstoff, auch an Zeit sehr gespart wird.

Auf d[illegible], wo man meist 60 Proc. zweimal und 40 Proc. einm[illegible] einsetzte, bekam man aus 100 Ctr. in 30

Stunden 54,15 Ctr. Spurstein; auf der Kupferkammerhütte wurden 44 Proc. ausgebracht. Durchschnittlich enthielt der Spurstein im Centner 69 bis 77 Pfd. Kupfer und 13 bis 14½ Loth Silber.

Auf der Kupferkammerhütte hat man an dem Concentrationsofen einen Fülltrichter angebracht, durch den man den Rohstein und nicht durch die Thür an der langen Seite durchgiebt; es wird dadurch das Erkalten des Ofens während des Aufgebens vermieden und zugleich an Brennmaterial erspart. Die angewendeten Riestädter Braunkohlen werden in einem Ofen getrocknet.

B. Silberextraction aus dem Stein.

Der Verfasser hat sich über die beiden Extractionsmethoden des Silbers von Augustin und Ziervogel nur die bei den Versuchen erlangten Resultate verschaffen können; die von ihm angeführten Zahlen können die Kosten, welche die beiden Methoden bei einem regelmäßigen Betriebe veranlassen, nur sehr unvollkommen repräsentiren. Sie können auch selbst nicht einmal zu einer scharfen Vergleichung beider Methoden dienen, weil das Hauptelement, der Silberverlust, nicht mit Genauigkeit bestimmt ist. Dennoch hat es der Verfasser versucht, die Specialkosten der Extraction auf die Tonne Stein und auf die Tonne Erz zu berechnen, um wenigstens eine Uebersicht von den im Mansfeld'schen erlangten Resultaten zu geben. Ueber das jetzt allein im Betriebe stehende Ziervogel'sche Verfahren hat der Bearbeiter aus der amtlichen „Preuß. Zeitschrift" die Resultate von mehreren verschiedenen Jahren mitgetheilt.

b. — Die Augustin'sche Extraction oder die Kochsalzlaugerei, welche jetzt im Mansfeld'schen nicht mehr in Anwendung steht, dagegen zu Freiberg bei der Silberextraction aus dem Kupferstein, der bei den dortigen Blei- und Silberhüttenprozessen erfolgt, benutzt wird, umfaßt 3 Prozesse:

1) Das Pochen und Vermahlen des Steines.
2) Die Röstung und Chlorürung auf dem trocknen Wege.
3) Die Lösung des Chlorsilbers und die Fällung der Metalle.

Erster Prozeß. — Der Stein wird zuvörderst mittels eines Trockenpochwerks zerstampft und dann zwischen zwei horizontalen Mühlsteinen zu einem feinen Pulver vermahlen. Das auf diese Weise erhaltene Mehl wird gebeutelt, wobei eine geringe Menge von Kupferkörnchen separirt wird, die sich nicht weiter pulverisiren lassen.

Diese Granalien sind silberhaltig, und dieses Silber ist verloren, allein sie kommen in zu geringer Menge vor, als daß man einen besondern Prozeß darauf begründen könnte. Durch eine Röstung mit dem Stein würde man den Silbergehalt auch nicht darstellen können, weshalb man sie ganz einfach dem Schwarzkupferschmelzen zuschlagen kann.

Es ist daher, wie schon weiter oben bemerkt, von wesentlicher Wichtigkeit, daß der zur Extraction bestimmte Stein keine Kupfergranalien enthält, oder, wenn es nicht gänzlich zu vermeiden ist, nur in geringer Menge.

Näher in diesen ersten Prozeß einzugehen, würde unnöthig sein, da er keine Schwierigkeit darbietet und nur eine scharfe Beaufsichtigung erfordert.

Man kann annehmen, daß die Kosten für das Verpochen und Mahlen des Steines 5 Frcs. auf die Tonne betragen.

Zweiter Prozeß. — Die Röstung und Chlorürung sind zwei se[illegible] zarte Prozesse, die nach einander in ein und demselben Ofen ausgef[illegible] werden. Wir wollen zuvörderst allgemeine Betrachtungen anstellen, [illegible]

dieselben zu dem Verständniß, wie der Betrieb geleitet werden muß, sehr wesentlich sind.

Der Stein enthält: Schwefel, Silber, Kupfer, Eisen und eine sehr verschiedene Menge von Blei, Zink, Nickel, Kobalt und Arsen. Wir wollen zuvörderst annehmen, daß der Stein kein Arsen enthalte, wollen aber dann auf den nachtheiligen Einfluß dieser Körper zurückkommen. Der zu erreichende Zweck besteht in der möglichst vollkommenen Umänderung des Silbers und Chlorsilbers, welches alsdann in einer warmen Kochsalzsolution oder Kochsalzlauge aufgelöst werden muß.

Das einzige auf dem trockenen Wege anzuwendende und wohlfeile Mittel der Chlorürung ist das mehr oder weniger reine Kochsalz. Dieses Reagens hat keine Einwirkung auf das metallische Silber; es kann nur in Folge einer doppelten Zersetzung auf ein Silbersalz einwirken, und das einzige wohlfeil darzustellende ist das Sulfat oder schwefelsaure Silberoxyd durch zweckmäßige Röstung des Steins.

Die Röstung muß der Chlorürung vorhergehen und muß so geführt werden, daß das Silber vollständig sulfatisirt wird.

Jedes Silbertheilchen, welches nicht in Sulfat verwandelt wird, findet sich in dem gerösteten Stein in metallischem Zustande und entgeht folglich der Einwirkung des Kochsalzes und ist alsdann für die Extraction verloren.

Um nun dieses erste Resultat bei einem außerordentlich großen Verhältniß von Metallen zu erreichen, deren Oxyde meistens eine große Verwandtschaft zur Schwefelsäure haben, muß man die Röstung in einer sehr niedrigen Temperatur und mit einem großen Ueberschuß von Luft beginnen.

Man vermeidet dadurch das Zusammenbacken, welches der vollständigen Oxydation hinderlich sein würde. Man erleichtert so viel als möglich die Bildung der Schwefelsäure und des Eisenoxydes, zu gleicher Zeit veranlaßt man aber die Entstehung schwefelsaurer Salze mit allen in dem Stein vorhandenen Metallen; nur eine gewisse Menge Eisenoxyd kann nicht mit der Schwefelsäure verbunden sein.

Man kann das chlorürende Reagens nicht auf das Gemenge aller dieser Sulfate einwirken lassen; sollte seine Einwirkung auf alle ausgedehnt werden, so müßte man einen Theil des Kochsalzes unnütz verwenden, um alles Silber in Chlorsilber zu verwandeln; es würde auch eine sehr lange Zeit erforderlich sein, um die Einwirkung vollständig zu machen. Nun ist das Chlorsilber etwas flüchtig, während die Chlorverbindungen mit dem Natrium (das Kochsalz), mit dem Eisen, dem Kupfer und Zink u. s. w. es noch mehr sind. Indem sich nun diese Chlorüre verflüchtigen, nehmen sie einen bedeutenden Theil Silber mit sich, d. h. es würde der Silberverlust um so größer sein, je mehr Sulfate in Chlorüre verwandelt werden sollten. Endlich würde man auch bei dem folgenden Prozeß, der Lösung und Fällung in der salzigen Flüssigkeit nicht allein Chlorsilber, sondern auch ein bedeutendes Verhältniß von den Chlorüren aller übrigen Metalle haben. Mehrere von diesen Chlorüren, hauptsächlich die des Eisens und Kupfers, sind der Fällung des Silbers durch Kupfer sehr hinderlich; denn es müßte dieß Metall das Eisenperchlorür und das Kupferchlorür in Protochlorüre umändern, ehe [illegible] ollständig gefällt werden könnte.

Es ist [illegible] urch die Wärme die Eisen- und Kupfersulfate, welche [illegible] in niedriger Temperatur gebildet worden sind, zu zer[illegible] Perioden der Röstung erforderlich, die erste,

um zu sulfatisiren, und die zweite, um die unnützen und nachtheiligen Sulfate zu zersetzen.

In der ersten Periode erlangt man sehr leicht die vollständige Oxydation der in dem Stein enthaltenen Metalle und die Umänderung fast allen Silbersulfurets in Sulfat, indem man auf kleine Chargen einwirkt und indem man darauf sieht, daß die Arbeiter nach und nach alle Theile des Steines zu derselben Temperatur und in Berührung mit den oxydirenden Gasen durch eine ununterbrochene Bearbeitung mit dem Krahl und der Schaufel zurückführen.

Die zweite Periode der Röstung, die Calcination, hat größere Schwierigkeiten und ihr Zweck wird niemals vollständig erreicht. In einem Laboratorium und bei der Verarbeitung nur geringer Gewichtsmengen der Substanzen kann man dahin gelangen, das Silbersulfat zu schätzen, während man in einer sehr verlängerten Kirschrothgluth die Sulfate des Eisens und Kupfers gänzlich zersetzt. Die Sulfate des Zinks, Nickels und Kobalts werden in dieser Temperatur nur theilweis zersetzt, während das Bleisulfat noch mehr widersteht, als das Silbersulfat. Die Hauptbedingung des Gelingens besteht darin, daß die ganze zu verarbeitende Masse eine gleiche Temperatur habe.

In einem Flammofen kann aber dieser Bedingung nicht genügt werden; in der Nähe der Feuerbrücke ist die Wärme immer bedeutender, und um daher die Charge gleichartig zu erhitzen, muß der Arbeiter unaufhörlich die Theilchen, die zu Anfang der Calcination von der Brücke entfernt lagen, nach und nach dahin zurückführt, und daß diese Arbeit jedesmal dann wiederholt wird, sobald der Ofen eine höhere Temperatur erlangt hat.

An der Brücke, d. h. an dem heißesten Punct des Ofens darf die Temperatur die Kirschrothgluth nicht übersteigen, indem in einer höheren Temperatur das schwefelsaure Silber zersetzt werden könnte, und die übrigen Sulfate sind dieser Temperatur nicht lange genug ausgesetzt, um so viel Schwefelsäure zu verlieren, wie dies im Laboratorium der Fall sein würde, wo man unter einer Muffel nur einige Gramme der Snbstanz behandelt. Uebrigens muß man gegen das Ende des Prozesses stets fürchten, daß der Arbeiter die Temperatur des Ofens zu sehr über den zweckmäßigen Punct erhöhe, indem er zu viel Brennmaterial auf einmal einschürt.

Wenn der geröstete Stein kirschrothglühend geworden ist und sich nur noch sehr wenig schwefelsaure Dämpfe aus demselben entwickeln, so folgt man dem Gange der Zersetzung der Sulfate durch ein Probenehmen. An verschiedenen Puncten der Charge nimmt man eine geringe Menge der Substanz weg und wirft sie noch heiß in's Wasser; durch eine blaue Färbung der Flüssigkeit erkennt man, daß noch unzersetztes schwefelsaures Kupfer darin enthalten sei; man muß alsdann die Calcination aufhalten und ohne die Kirschroth=Gluth überstiegen zu haben, giebt eine fast unbemerkbare Färbung des Wassers bei einer Probe an, daß nur noch sehr wenig schwefelsaures Kupfer zu zersetzen bleibt.

Man kann annehmen, daß in diesem Moment der geröstete und calcinirte Stein fast sämmtliches Silber noch im Zustande des Sulfats enthält; allein es enthält eine geringe Menge von Kupfersulfat und von Eisensubsulfat, so wie auch endlich verschiedene Mengen von Blei=, Zink=, Nickel= und Kobaltsulfat. Der größte Theil des Eisens und des Kupfers, so w

geringe Mengen von Zink, Nickel und Kobalt sind im Zustande des Oxydes vorhanden.

Sobald die Calcination beendigt ist, schreitet man zur Chlorürung; die erste sich darbietende Schwierigkeit ist die Vermengung des Kochsalzes mit dem Stein, die auf der Sohle des Flammofens die Temperatur der Rothglühhitze hat. Die Chlorürung, d. h. die doppelte Zersetzung der Sulfate durch das alkalinische Chlorür kann nur dann vollständig sein, wenn alle Substanzen genau mit einander vermengt sind, man kann das Salz nicht allein einbringen, da es in Fluß gerathen würde, ehe der Arbeiter noch Zeit hätte, alle Materialien umzurühren; es würde daher keine genaue Vermengung und eine unvollständige Chlorürung stattfinden. Man kann aber auch noch weniger den Ofen unter die dunkle Rothglühhitze erkalten lassen, in welcher Temperatur die genaue Vermengung des Salzes leicht bewirkt werden könnte. Es kann dieß nicht geschehen, weil man dadurch Zeit und Brennmaterial verlieren würde, und hauptsächlich auch aus dem Grunde nicht, weil man alle Substanzen von Neuem wieder rothglühend machen müßte, indem diese Temperatur zu den Reactionen erforderlich ist. Während dieser sich lang hinziehenden Erhitzung würde auch der Silberverlust durch Verflüchtigung der Chlorüre sehr bedeutend sein.

Man hat aber seit langer Zeit ein Mittel zur Vermeidung dieser Schwierigkeit gefunden; das vorher geschmolzene und pulverisirte Salz wird vorher in der gewöhnlichen Temperatur mit geröstetem und calcinirtem Stein vermengt. Dieses Gemenge kann sehr schnell durch Einrührung in den rothglühend auf der Herdsohle befindlichen Stein in denselben vertheilt werden; er erhitzt sich sehr schnell, indem er den Ofen etwas abkühlt, ohne jedoch die Temperatur unter den zu den Reactionen nöthigen Grade zu vermindern.

Die Chlorürung kann in sehr kurzer Zeit vollständig bewirkt werden, und dieß ist zur möglichsten Vermeidung von Verlusten durch Verflüchtigung nothwendig. Die Verluste hängen zum Theil von der Sorgfalt der Arbeiter bei den verschiedenen Zeitpuncten dieses verwickelten Prozesses, zum Theil aber auch von der chemischen Zusammensetzung des Steines ab. Die Ursachen des Verlustes sind sehr zahlreich und es sollen nur diejenigen angegeben werden, die den größten Einfluß auf die Resultate der Extraction haben.

Als verloren kann man dasjenige Silber ansehen, welches in dem chlorürten Stein metallisch vorhanden ist oder welches sich als Chlorür während der letzten Periode des Prozesses verflüchtigt. In den Flugge-stübbe-Kammern findet man aber nur einen Theil des verflüchtigten Silbers wieder.

Das Silber bleibt aber im metallischen Zustande, wenn der Arbeiter die Calcination zu weit getrieben und die partielle Zersetzung des gebildeten Silbersulfats veranlaßt hat; oder auch, wenn der Stein nicht die hinlängliche Schwefelmenge besitzt, so daß die Schwefelsäure alle Metalle in den Zustand der Sulfate übergehen lassen kann. Es muß in dieser Beziehung bemerkt werden, daß in den Oefen mit zwei Sohlen, welche auf den Mansfelder und Freiberger Hütten angewendet werden, die [illegible] säure und die schwefligte Säure, die sich während der Calcinati[illegible] unteren Sohle entwickeln, zur Sulfat[illegible] der obern [illegible] während zu gleicher Zeit die dur[illegible]ation des [illegible]

dete Schwefelsäure denselben Zweck zu erfüllen sucht. Unter diesen Verhältnissen ist das Verhältniß des Schwefels in dem Mansfelder Stein mehr als hinreichend, wenn die Röstung langsam geführt wird.

Der Verlust an Chlorsilber durch Verflüchtigung ist um so bedeutender, je stärker und länger während der Chlorürung gefeuert wird und je bedeutender das Verhältniß der flüchtigen Chlorüre ist.

Die flüchtigsten Chlorüre sind die des Natriums, des Eisens und des Zinks; die des Bleies, Nickels und Kobalts sind es bei Weitem weniger.

Das Verhältniß des nothwendig anzuwendenden Salzes, die Zeit, während welcher zur Vollendung der Chlorürung gefeuert werden muß, hängen von den Sulfatmengen ab, welche sämmtlich in Chlorüre verwandelt werden müssen. Für Stein von bestimmter Zusammensetzung hat die auf die Calcination verwendete Sorgfalt den größten Einfluß auf das Verhältniß des nicht unzersetzt bleibenden Eisensulfates; je größer dieser Theil bleibt, je mehr Salz muß man anwenden und je länger muß man feuern. Da das Eisenchlorür sehr flüchtig ist, so wird der Silberverlust durch die Verflüchtigung des Eisen- und des Natriumchlorürs, die im Ueberschuß angewendet werden und eine wesentliche Chlorsilbermenge mit wegreißen müssen, erhöht.

Die Geschicklichkeit des Arbeiters hat daher nur einen sehr geringen Einfluß auf den stets sehr großen Silberverlust, der bei der Zugutemachung des zinkhaltigen Steines erfolgt. Das Zinksulfat bildet sich sehr leicht, zersetzt sich aber sehr schwer, so daß im Moment der Chlorürung fast alles Zink noch als Sulfat vorhanden ist; sein Vorhandensein veranlaßt daher die Anwendung einer überschüssigen Kochsalzmenge. Der Silberverlust ist dabei unvermeidlich, indem das Silberchlorür durch die Natrium- und Zinkchlorüre mit hinweggenommen wird.

Das Vorkommen von Kupfer-, Blei-, Nickel- und Kobaltsulfaten in dem gerösteten und calcinirten Stein vermehrt den Silberverlust ebenfalls, indem man alsdann zur Chlorürung mehr Salz verwenden muß; da aber die Chlorüre dieser Metalle weniger flüchtig als die des Zinks und Eisens sind, so ist ihr Einfluß nicht so wesentlich.

Es soll nun der eigenthümliche und sehr wichtige Fall arsenhaltigen Steins betrachtet werden; man kann nämlich von demselben nur eine um so geringere Silbermenge aus demselben gewinnen, je bedeutender der Arsengehalt selbst ist.

Es wurde schon weiter oben angegeben, daß die Steinröstung in niedriger Temperatur und mit vieler Luft begonnen werden müsse, um die Production der Sulfate so viel als möglich zu erleichtern. Bei diesen Bedingungen kann man nur einen Theil des Arsens als arsenige Säure vertreiben; fast das Ganze bleibt in dem gerösteten Stein, und es entstehen Arseniate, die in der Wärme unzersetzbar sind. Um ihn zu chlorüren, muß man ein größeres Verhältniß von Kochsalz anwenden und eine längere Zeit feuern, damit die doppelte Zersetzung der Arseniate durch das Kochsalz fast vollständig wird. Dadurch wird aber ein sehr bedeutender Silberverlust durch Verflüchtigung veranlaßt, indem Natrium-Chlorür und die Chlorüre flüchtiger Metalle (hauptsächlich des Eisenchlorürs) in Ueberfluß vorhanden [illegible] sind das Resultat der Zersetzung der Arseniate und der län[illegible]e auf die Chlorürung verwendet werden muß. Es ist dies [illegible] alleinige Einfluß auf die Extraction; der chlorürte St[illegible]

enthält fast alle Arsensäure als Natron-Arseniat. Sucht man nun bei dem folgenden Prozeß das Silberchlorür in der Salzlösung aufzulösen, so zersetzt das Natron-Arseniat die metallische Chlorüre und stellt die Arseniate wieder her, die von dem Kochsalz nicht zersetzt werden können. Man muß daher auf dem nassen Wege in den Lauge-Bottichen die während der Röstung gebildeten Arseniate, die im Flammofen in Chlorüre umgewandelt worden sind, wiederum herstellen. Wenn das Arsen in geringer Menge vorhanden ist, so darf man hoffen, daß die große Verwandtschaft des Eisenoxyds zur Arsensäure das Silber theilweise gegen die Fällung schützt; dieß ist aber sehr unsicher, denn das Silberarseniat ist eben so bestimmt unlöslich, als die Arseniate des Eisenoxydes und der übrigen Metalloxyde, selbst beim Vorhandensein einer heißen und concentrirten Kochsalzlösung.

Die sehr arsenhaltigen Steine lassen sich daher durch das Augustin'sche Verfahren nur sehr unvollständig entsilbern. Ein sehr wesentlicher Theil des Metalles wird während der Chlorürung verflüchtigt und ein anderer, vielleicht noch größerer Theil bleibt als Arseniat in den kupferhaltigen Rückständen unlöslich; dieselben enthalten eine sehr große Menge Arseniate von allen in dem Stein enthaltenen Metallen und ihre Zugutemachung auf Kupfer hat große Verwickelung. Der Mansfelder Kupferstein enthält im Allgemeinen sehr wenig Arsen; der Arsenkies kommt in einem sehr wesentlichen Verhältniß nur in den unreinen Minern vor, die auf der Kupferkammerhütte auf Rohstein verschmolzen werden; diese werden aber den wiederholten Röstungen und Schmelzungen unterworfen, wodurch der größte Theil des Arsens und zu gleicher Zeit auch des Zinks weggeschafft wird.

Die Details, in welche wir in Bezug auf die Chlorürung eingegangen sind, machen es begreiflich, daß man auf den Mansfelder Hütten so große Wichtigkeit auf reichen und reinen Stein, der noch einen bedeutenden Schwefelgehalt hat, legt.

Es muß nun noch erläutert werden, aus welchem Grunde die Kupferkörner nicht zu gleicher Zeit mit dem in Mehl verwandelten Stein der Extraction unterworfen werden könne. Es können diese Körner nicht in Pulver verwandelt werden, da sie sowohl unter den Pochstempeln, als auch zwischen den Mühlsteinen nur zerrissen und in Blättchen verwandelt werden. Während des Röstens und des Chlorürens treffen die chemischen Einwirkungen nur die Oberfläche, dringen aber niemals in's Innere, und es bleiben fast sämmtliche metallische Theile unangegriffen; es würde daher ganz unzweckmäßig sein, sie mit dem Stein zu verarbeiten.

Beschreibung der Arbeit. — Die Prozesse werden in den Oefen mit zwei übereinander liegenden Sohlen, die in den Figg. 6 und 7, Taf. V dargestellt worden sind, ausgeführt. Die einen dienen zur Röstung und Chlorürung, während man in den anderen die gerösteten Steine, welche kalt mit dem Kochsalz vermischt werden müssen, vorbereitet. Das dazu benutzte Salz wird vorher in einem großen gußeisernen Kessel, der mit einem beweglichen blechernen Deckel versehen ist, geschmolzen; nach der Schmelzung wird es auf einer gußeisernen Platte in Pulver verwandelt und in wohlverschlossenen hölzernen Kästen aufbewahrt.

Der ganze Prozeß zerfällt in drei Perioden: Sulfatisation und Vorrösten, Calcination und Gutrösten, und Chlorürung. Die beiden ersten Perioden werder [illegible] ·selbe Weise ausgeführt, wie der zur Vermengung mit dem [illegible] ·r Abkühlung vorbereitete geröstete Stein, der

zur Chlorirung benutzt wird. Es braucht daher nur die Arbeit in diesem letztern Fall beschrieben zu werden.

Die obere Herdsohle dient zum Vorrösten und zur Sulfatisation, auf der untersten Herdsohle führt man die beiden anderen Theile des Prozesses aus, nämlich die Zersetzung der Sulfate und die Chlorürung.

Die Arbeit auf den beiden Herden erfordert in der Schicht zwei Arbeiter, einen Röster und einen Tagelöhner, unter steter Beaufsichtigung des den Extractions-Hüttenbetrieb leitenden Beamten: die verschiedenen Substanzen werden in der Nähe der Oefen aufgeschüttet.

Auf die obere Sohle chargirt man 225 Kilogrm., breitet sie mit dem Krahl aus und feuert eine Stunde lang; alsdann muß von ½ zu ½ Stunde die Oberfläche erneuert und die Lage der Steinmehl-Schicht verändert werden, indem man den Theil, der sich in der Nähe des Fuchses befindet, zur Brücke bringt, und umgekehrt. Der Arbeiter bedient sich dazu abwechselnd einer Krahle mit mehreren Zacken und einer flachen Schaufel. Da die Charge im Verhältniß zu der Erdoberfläche sehr gering ist, so hat die Steinschicht auch nur eine geringe Dicke und es kann die Röstung leicht ausgeführt werden. Für ½ Stunde nach dem Chargiren ist die Oxydation fast vollständig; um aber die Materialien auf die untere Herdsohle schaffen zu können, muß man abwarten, bis der Röstprozeß auf derselben vollendet ist. Wenn die Charge von dem untern Herde entfernt ist, so läßt man die auf dem obern gerösteten Substanzen durch eine in der Nähe der Arbeitsthür befindliche längliche, viereckige Oeffnung, die während des Prozesses mit einer gußeisernen Platte verschlossen ist, auf den untern Herd niederfallen.

Auf der untern Herdsohle wird der geröstete Stein mit einem Krahl ausgezogen und man läßt ihn nach und nach, ½ Stunde lang zu einer höhern Temperatur gelangen; man feuert darauf nach und nach, so daß nach dem Verlauf von 2 Stunden der Ofen eine lebhafte Rothglühhitze erlangt hat, in welcher Temperatur man ihn ungefähr 2 Stunden lang erhält. Während dieser Zeit arbeitet der Röster abwechselnd mit dem Krahl und mit der Schaufel und bemüht sich, alle Theile der Charge derselben Temperatur zu unterwerfen, um die Zersetzung der Sulfate zu reguliren. Während der letzten Momente dieser Periode des Röstens nimmt er von verschiedenen Puncten des Ofens etwas Stein weg und wirft ihn in Schalen, die Wasser enthalten und in der Nähe des Ofens stehen. Die abnehmende blaue Färbung der Flüssigkeit giebt den Gang des Prozesses an.

Der Gehülfe hat in einem besonders dazu vorhandenen Troge 15 Kilogramm geschmolzenes und pulverisirtes Kochsalz mit 100 Kilogrm. geröstetem kalten Sein vermengen müssen; sobald nun die Proben andeuten, daß die Zersetzung der Sulfate hinlänglich vorgeschritten ist, trägt der Röster das Gemenge mit der Schaufel in den Ofen. Er breitet so rasch als möglich alle Substanzen auseinander und sucht ein inniges Gemenge des kalten Steins mit dem rothglühenden auf der Herdsohle herzustellen. Darauf verschließt er die Thür, so daß die Chlorürung in 15 bis höchstens 20 Minuten bewirkt werden kann. Darauf schreitet der Röster zum Herausnehmen des Röstgutes und zieht die ganze Charge in einen blechernen Karren, in welcher sie erkaltet, bis daß man sie zum Aufzuge fahren kann, der sie nach dem obern Stockwerk in das Magazin des gerösteten und chlorürten Steins emporzieht.

Der Arbeiter läßt eine neue Charge auf die untere Herdsohle fallen und es wird die Röstung ununterbrochen fortgesetzt, wobei aber vorausgesetzt werden muß, daß die Arbeiter hinlängliche Uebung haben, um auch des Nachts rösten zu können. In diesem Falle kann man fast 5 Chargen in 24 Stunden verarbeiten, wobei 1,20 bis 1,25 Tonnen Holz verbraucht werden.

Der Ofen wird nur nach und nach angegriffen und kann daher sehr viele Campagnen machen; man rechnet jährlich auf wenigstens 300 Betriebstage.

Haushaltsverhältnisse. — Nehmen wir an, daß man durch die Augustin'sche Salzlaugerei allen auf den Mansfeld'schen Hütten dargestellten Stein zu verarbeiten habe, d. h. 2917 Tonnen, und es könnte jeder Ofen 337,50 Tonnen Stein rösten, so müßten zur Röstung und Chlorürung 9 doppelsohlige Flammöfen, so wie 4 Oefen zur Vorbereitung des gerösteten Steins und um ihn kalt mit dem Kochsalz zu vermengen, vorhanden sein.

Man verbraucht 4536 Tonnen Holz, 193,50 Tonnen Kochsalz und 15120 Arbeiter-Schichten.

Die Specialkosten der Röstung und Chlorürung würden annähernd die folgenden sein:

Holz, 4536 Tonnen à 15 Frcs.	68,040	Frcs.
Kochsalz, 193,50 Tonnen à 120 Frcs.	23,220	„
Arbeitslöhne, 15,120 Sch. à 3 Frcs.	45,360	„
Gezähe, Reparaturen, Transport- und diverse Kosten	7500	„
Summa	144,120	Frcs.

Die Specialkosten auf 1 Tonne Stein würden daher betragen:

Holz, 1,155 Tonnen	23,325	Frcs.
Kochsalz, 0,066 Tonnen	7,920	„
Arbeitslöhne, 5,20 Sch.	15,600	„
Gezähe, Reparaturen, diverse Kosten	2,571	„
Summa	49,416	Frcs.

In den über den Oefen angebrachten Verdichtungskammern gewinnt man eine große Menge feines Mehl, welches während der Arbeit von der oberen Sohle dahin geführt und durch die verflüchtigten Chlorüre etwas zusammengebacken ist. Diese Substanzen sind nur unvollkommen oxydirt und chlorürt; dennoch gelangen sie zu gleicher Zeit mit dem von der untern Herdsohle weggenommenen Stein zur Auslaugung. Ueber ihr Verhältniß und ihren Gehalt an Chlorsilber hat sich der Verfasser keine Nachrichten verschaffen können.

Dritter Prozeß. Auslaugung und Fällung. — Diese Reihe von Arbeiten erfordert nur kurze Erläuterungen; die Reactionen sind einfach und leicht begreiflich, die Arbeit ist weder mühsam noch schwierig; sie kann durch den Beamten oder den Meister regulirt werden.

In den Laugegefäßen, die in einer und derselben Reihe im ersten Stockwerk (Taf. V, Fig. 10) neben einander stehen, ist der noch warme geröstete und chlorürte Stein befindlich, und zwar enthält jedes Gefäß etwa 500 Kilogrm. Durch das obere Gerinne a b läßt man eine Kochsalzsolution, die 20 bis 22 Proc. Kochsalz enthält und in einem besondern Kessel mittels Dampf auf F[illegible] [illegible]rmt ist, einfließen.

Sobald die Gefäße gefüllt sind, hört das Einfließen der Salzsolution auf; man öffnet die Hähne und läßt nur einen Theil der Flüssigkeit abfließen; man verschließt dieselben wieder, wenn der Stein noch mit einer 0,12 bis 0,15 Met. dicken Schicht der Lösung bedeckt ist und läßt alsdann die Gefäße eine Stunde lang ruhig stehen. Diese ersten Arbeiten haben den Zweck, daß der geröstete Stein recht vollständig von der Salzsolution durchdrungen werden und den größten Theil der Chlorüre auflösen kann. Man öffnet alsdann die Hähne von Neuem und läßt alle Flüssigkeit ablaufen. Um die Auflösung des Silberchlorürs zu vollenden und die Substanzen auszulaugen, läßt man 20 Stunden lang die Salzlösung auf den Stein fließen, indem man die Hähne, durch welches sie zu- und abfließt, der Art regulirt, daß der Stein stets mit einer dünnen Schicht der Flüssigkeit bedeckt sei.

Um die Lösung in der ganzen Masse besser vertheilen zu können, bringt man über dem Gefäß über der Steinbildung eine hölzerne Scheibe an, die mit sehr kleinen Löchern versehen ist und welche dieselbe Wirkung hat, wie die Brause einer Gießkanne. Das Volum der Salzlösung, welches in ein Gefäß gelangt, um alles Chlorsilber in den 500 Kilogrm. Stein aufzulösen und wegzuführen, kann zu 6 Cubikmet. angenommen werden. Man kann sich von der vollständigen Auslaugnng überzeugen, wenn man in einer Schale etwas von der durch den Hahn ablaufenden Flüssigkeit auffängt und in dieselbe ein sehr reingeschabtes Stückchen Kupferblech bringt; wenn die Oberfläche des Kupfers keinen metallischen Absatz erhält, so kann man die Auslaugung als beendigt ansehen. Im entgegengesetzten Fall muß man noch Salzsolution in das Gefäß gelangen lassen, bis daß eine neue Probe kein Präcipitat mehr nachweist.

Die aus den Hähnen ablaufende Flüssigkeit wird durch die Gerinne c d in zwei große Klärgefäße e geführt, welche eine neben der andern über den verschiedenen Reihen der Ausfällgefäße angebracht sind. Die Flüssigkeit wird in jedes dieser Gefäße durch eine hölzerne Röhre geführt, die bis auf den Boden niedergeht, während der Abfluß durch einen am obern Theil angebrachten Hahn bewirkt wird. In Folge dieser Einrichtung können die feinen Substanzen, welche durch die Filter der Laugebottiche mitgeführt worden sind, sich größtentheils absetzen. Diese Niederschläge werden am Ende jeder Woche, wenn man den Betrieb am Sonntag unterbricht, aus den Gefäßen herausgenommen.

Die fast klare Lösung wird durch das Gerinne f zwischen den verschiedenen Reihen der Fällbottiche vertheilt; jede Reihe besteht aus vier solchen Fässern, die stufenweis angebracht sind, wie g g, h h. In den Gefäßen g g bringt man in beiden Abtheilungen und auf dem Filter eine ungefähr 0,15 Met. dicke Schicht Cementkupfer ein; die Fässer h h enthalten etwa eben so dicke Schichten von Brucheisen in sehr kleinen Stücken. In jedes Faß gelangt die Flüssigkeit in die größere von beiden Abtheilungen, geht durch das Filter, steigt in der kleinern Abtheilung aufwärts und fließt durch den in der Mitte der Höhe angebrachten Hahn wieder ab; auf diese Weise durchdringt die Flüssigkeit zweimal das Metall, welches die Fällung bewirken muß. Der Abfluß erfolgt ununterbrochen und die salzige Flüssigkeit tritt aus den untern Fässern vollkommen silber- und kupferfrei aus, enthält aber eine sehr bedeutende Menge von Eisenprotochlorür.

Alle zwei oder drei Tage unterbricht man die Bewegung der Auflösun

der Chlorüre, und zwar nach und nach in einer jeden Fässerreihe; man nimmt das auf dem Kupfer niedergeschlagene Silber aus den Fässern g g, und das auf den Fässern niedergeschlagene Kupfer aus den Fässern h h, weg. Man erneuert die beiden Metalle, welche zur Fällung dienen und setzt die Reihe wiederum in Betrieb.

Die Wasser, welche durch das untere Gerinne i abfließen, werden in sehr große Becken .leitet, wo die oxydirende Einwirkung der Luft auf das Protochlorür des Eisens die fast vollständige Fällung des Metalles als Subsalz des Oxyds bewirkt. Sobald diese Wirkung vollendet zu sein scheint, hebt man die Salzlösung mit Hülfe einer Pumpe in den Concentrationskessel. Durch dieses Verfahren wird der Kochsalzverbrauch sehr vermindert, obgleich man einen sehr bedeutenden Verlust nicht vermeiden kann, denn die eisenhaltigen Niederschläge behalten einen bedeutenden Theil, in welchem sie sich gebildet haben, aufgelöst. Diese Rückstände sind zu gallertartig, um leicht ausgelaugt werden zu können und außerdem würde ihre Auslaugung die Menge des in dem Concentrationskessel abzudampfenden Wassers, sehr bedeutend vermehren.

Die Arbeit mit den Lösungsgefäßen erfordert viele Arbeitslöhne. Sobald die Auslaugung in einem Fasse vollendet ist, führt man es mittelst des ihn tragenden Wagens bis zu dem Punct, wo die kupferigen Rückstände ausgelaugt werden. Man füllt es mit warmem Wasser, welches schon einmal gedient hat, läßt einige Augenblicke digeriren und alsdann die Flüssigkeit durch einen Hahn in ein besonderes Gefäß ablaufen. Auf dieselbe Weise bewirkt man ein zweites Auslaugen, jedoch mit frischem Wasser. Das alsdann durch den Hahn abfließende Wasser dient zur ersten Auslaugung in einem zweiten Fasse und kann alsdann in demselben Behälter abgelassen werden. Man beendigt durch zwei Auslaugungen mit warmem und kaltem Wasser, sammelt aber diese Wasser nicht, weil sie zu wenig Salz enthalten. Die Wasser aus dem Behälter gelangen in den Concentrationskessel zurück.

Nachdem das Auslaugen der Rückstände beendigt ist, kehrt man das Faß mit Hülfe eines besondern Apparates um, so daß die Rückstände in das untere Stockwerk fallen, aus welchem sie in die Schwarzkupferhütte gelangen. Das Faß wird auf seinem Wagen zurückgesetzt und man schiebt es unter das Magazin des gerösteten Steins, woselbst es eine neue Charge von 500 Kilogrm. aufnimmt, worauf man es an seinen Platz unter dem Gerinne a b zurückführt.

Die Fässer werden daher nach und nach entleert und wieder gefüllt, so daß bei der Fällung keine Unterbrechung eintritt.

Producte und Reactionen. — Man erhält drei verschiedene zu benutzende Producte: die ausgelaugten kupferhaltigen Rückstände; das aus den Fässern g g genommene rohe oder Cementsilber; das Cementkupfer aus den Gefäßen h h.

Rückstände. — Die Zusammensetzung der kupferhaltigen Rückstände ist nach der Reinheit des der Extraction unterworfenen Steines sehr verschieden. In dem in den Mansfelder Hütten gewöhnlich gewonnene Stein befindet sich nur sehr wenig Arsen und es bestehen die Rückstände fast ausschließlich aus Eisen- und Kupferoxyd; sie enthalten nur sehr wenig Arseniate und Oxyde von fremdartigen Metallen, von Kobalt, von Nickel, von Zink und von Blei. Bei einer guten Leitung der Prozesse kann der Silberge-

halt unberücksichtigt bleiben; es hängt dieß hauptsächlich von der sorgfältigen Röstung und Calcinirung ab.

Bei der Zugutemachung sehr arsenreichen Steins sind die Rückstände unreiner und enthalten stets etwas Silber. Der chlorürte Stein enthält als Natronarseniat die durch die Röstung hervorgebrachte Arsensäure; in den Lösungsbottichen veranlassen das arsensaure Natron und die löslichen Chlorüre durch doppelte Zersetzung unlösliche metallische Arseniate und eine gewisse Silbermenge befindet sich in den Rückständen als unlösliches Arseniat; diese Menge ist aber wahrscheinlich sehr gering, und eben so wahrscheinlich nimmt auch der Silbergehalt der Rückstände nicht im Verhältniß mit der Unreinheit des Steins zu. Es enthalten im Gegentheil die Rückstände um so mehr Arseniate, je größer die Arsenmenge in dem Stein ist.

Die in die Fällungsgefäße gelangende Flüssigkeit enthält niemals Arsen.

Die kupferhaltigen Rückstände müssen sehr sorgfältig mit warmem und reinem Wasser ausgelaugt werden, um alles Kochsalz, mit denen sie imprägnirt sind, wegzunehmen, indem dasselbe bei dem Schwarzkupferschmelzen, wie weiter unten angegeben werden soll, sehr nachtheilig einwirken würde.

Rohes oder Cementsilber. — Das Cementsilber wird zweimal wöchentlich aus den Behältern gg, in denen es sich über dem Cement in einer etwa 0,05 Meter dicken Schicht bildet, herausgenommen. Es ist sehr unrein, häufig etwas kupferhaltig und sehr häufig bleihaltig.

Es müssen zuvörderst einige allgemeine Betrachtungen über die Art und Weise der Silberfällung angestellt werden, um die bei der Wegnahme des gefällten Metalles und bei der Behandlung des Cementkupfers erforderlichen Vorsichtsmaßregeln besser auffassen zu können.

Die Salzlösung, welche das Silberchlorür und die Chlorüre des Eisens, Kupfers, Bleies, Zinks, Kobalts und Nickels enthält, gehen nach und nach durch die vier Abtheilungen der beiden Cementkupfer enthaltenden Fässer.

Das Kupfer fällt das Silber sehr rasch, langsamer einen Theil des Bleies, allein es führt die Perchlorüre des Eisens und Kupfers in dem Zustand der Protochlorüre zurück, und die Fällung des Silbers kann nur nach der vollständigen Umänderung der beiden Chlorüre vollendet werden.

Man erkennt schon aus dieser einfachen Auseinandersetzung, wie wichtig es ist, so viel als möglich das Verhältniß der Eisen- und Kupferchlorüre zu vermindern und folglich die Calcination zu steigern, welche die Zersetzung der Sulfate beider Metalle so weit bewirkt, als es ohne Gefahr einen Theil des Silbersulfats zu zersetzen, geschehen kann. Das Vorhandensein des Arsens in dem Stein hat sicher einen Einfluß auf das Verhältniß der Kupfer- und Eisenchlorüre, welche der chlorürte Stein enthält; allein ein Theil dieser Salze wird in den Lösungsgefäßen durch das Natronarseniat zersetzt und gelangt nicht in die Fällungsgefäße.

Wenn die Kochsalzsolution nur wenig Eisen- und Kupferchlorür enthält, so wird das Silber fast gänzlich durch das in der ersten Abtheilung des obersten Fasses befindliche Cementkupfer gefällt; in den drei übrigen schlägt sich nur sehr wenig Silber nieder und es ist dieß im Mansfeldschen am meisten der Fall. Wenn aber die Lösung eine wesentliche Menge von den beiden Chlorüren enthält, so erfolgt der Niederschlag des Silbers weniger schnell und es wird noch in dem zweiten Faß eine bedeutende Menge gefällt. Es ist alsdann nothwendig, die Stärke des Cementkupfers in den vier Abtheilungen zu erhöhen, um eine vollständige Fällung zu erlangen.

Es ist hier nur nöthig, den allgemeinen Fall zu betrachten, nämlich den, wobei der größte Theil des Silbers in der ersten Abtheilung des obersten Fasses gefällt worden ist.

Jedes Kupferkorn wirkt sehr stark auf die Lösung, sobald die Oberfläche recht rein ist, weit langsamer aber, wenn die auf dem Kupfer abgesetzte Silberschicht die Berührung des Metalles mit der Lösung verhindert; bei einer Dicke von 0,5 bis 0,6 Met. sind etwa drei Tage erforderlich, wenn das gesammte Kupfer durch das gefällte Silber ersetzt werden soll. Diese Schicht kann als Cementsilber ohne Kupfergehalt weggenommen werden. Das darunter gebliebene Cementkupfer und das der fünf andern Abtheilungen, ist nicht verändert, oder es ist wenigstens jedes Kupferkorn nur mit wenigem Silber bedeckt.

Die vollständige Fällung des Silbers ist nur dann sicher, wenn die Salzsolution eine gewisse Dicke des Kupfers durchdringt, ohne das Metall zu fällen; man muß daher das Cementkupfer in dem zweiten Fasse ersetzen, sobald man wahrnimmt, daß sich eine gewisse Silbermenge auf das Kupfer in der letzten Abtheilung absetzt.

Das weggenommene Cementkupfer kann nur in der ersten Abtheilung des obern Fasses benutzt werden, indem dort die stärkere Wirkung der Salzsolution die schnelle Lösung des ganzen Kupfers herbeiführen kann.

Gewöhnlich tauscht man am Ende jeder Woche das Cementkupfer im untern Fasse aus und trägt es in das obere Faß.

Das Verfahren ist etwas anderes, wenn die Salzsolution eine wesentliche Menge von Eisen- und Kupferchlorür enthält; das Kupfer der ersten Abtheilung dient hauptsächlich zur Umänderung der Perchlorüre in Protochlorüre und es ist alsdann ein drittes Faß nöthig oder man muß wenigstens die Dicke der Cementkupferschichten in allen Abtheilungen verstärken, wenn man nur zwei Fällungsgefäße beibehalten will. Das Cementsilber ist in zwei oder selbst in drei Abtheilungen vertheilt und man muß daher, um es wegzunehmen, so lange warten, bis das Kupfer in einer dieser Abtheilungen gänzlich aufgelöst ist.

Das Cementsilber muß fein gebrannt und in Formen gegossen werden; das Feinbrennen kann entweder in Graphittiegeln mit etwas Salpeter, oder auf einer Knochenaschensohle in einem Treibofen ausgeführt werden. Das erstere Verfahren ist einfacher und hinreichend, wenn das Silber nur wenig Blei und nur Spuren von Kupfer enthält. Das zweite Verfahren ist dagegen zweckmäßiger, wenn das Cementsilber unreiner ist und eine etwas größere Menge von Blei und Kupfer enthält.

Beide Prozesse werden hier nicht weiter beschrieben werden, indem wir im zweiten Bande bei der Bleihüttenkunde darauf zurückkommen. Uebrigens wird sowohl im Mansfeldschen als auch zu Freiberg das Feinbrennen gewöhnlich im Treibofen ausgeführt.

Cementkupfer. — Das durch das Brucheisen in den untern Fässern hh gefällte Kupfer ist nothwendig sehr unrein, da das Eisen das Blei- und theilweise auch die Chlorüre des Zinks, Kobalts und Nickels vollständig zersetzt. Da die chemische Einwirkung wegen der angenommenen Einrichtung eine sehr schnelle ist, so wirkt die Luft nur wenig auf das Eisen-Protoch[illegible] [illegible]ementkupfer enthält nur eine sehr geringe, fast gar nicht z[illegible] Menge von dem Subsalz des Eisenoxydes.

Das [illegible] sehr häufig aus den Fässern weggenommen,

sobald es auf der Brucheisenoberfläche eine Schicht von 0,9 bis 0,10 Met. bildet und kein Eisen mehr enthält. Es wird ausgesüßt oder ausgewaschen, um die feinsten Theile des Eisenoxydsubsalzes wegzunehmen. Es gelangt in einen Behälter, in welchem auch die oxydirten Rückstände für das Schwarzkupferschmelzen vereinigt werden. Das ausgewaschene Cementkupfer wird in Magazine gebracht, um zur Silberfällung benutzt zu werden.

Haushaltsverhältnisse. — Um in einem Jahre, d. h. in 300 Arbeitstagen die 2917 Tonnen Stein, die aus den Minern im Jahre 1851 ausgebracht worden sind, entsilbern zu können, sind 20 Lösungsbehälter und 24 Fällungsgefäße erforderlich; die verschiedenen Arbeiten werden durch zehn Mann ausgeführt, an deren Spitze ein tüchtiger Meister steht. Die in einer Schicht verbrauchte Salzlösung enthält etwa 26 Tonnen Salz; man kann den Verlust an Kochsalz wenigstens auf $\frac{1}{6}$ der benutzten Menge, d. h. zu 390 Tonnen im Jahre annehmen.

Die Kesselfeuerung erfordert etwa 600 Tonnen Holz.

Man gewinnt nach dem im Jahre 1850 erlangten Resultat 6385,87 Kilogrm. Feinsilber. Der Verlust beträgt etwa 10 Proc. gegen die gemachten Silberproben. Die Kosten für das Feinbrennen des Silbers betragen etwa 2400 Frcs., wie in dem zweiten Bande des Werks angegeben werden wird.

Die Menge des zur Kupferfällung erforderlichen Eisens beträgt etwa nur 8 Tonnen.

Nach den obigen Zahlen sind die Specialkosten dieses Prozesses die folgenden:

Arbeitslöhne	Auffseher, 300 Sch. à 4 Frcs. . . .	1,200 Frcs.
	Arbeiter, 3000 Sch. à 2,50 Frcs. . .	7,500 „
Holz, 600 Tonnen à 15 Frcs.		9,000 „
Kochsalz, 390 Tonnen à 120 Frcs.		46,800 „
Das Feinbrennen des Silbers		2,400 „
Eisen, Gezähe, Reparaturen, diverse Kosten . . .		5,000 „
	Summa	72,900 Frcs.

Der Silberverlust beträgt 709,5 Kilogrm. und der Werth à 222 Frcs. das Kilogramm beträgt 157,505,67 Frcs.

Der Kupferverlust ist gewiß sehr hoch, allein zu seiner genauen Bestimmung fehlt es dem Verfasser an den nöthigen Angaben. Er ist der Meinung, daß man ohne Uebertreibung ihn auf wenigstens 2,5 Proc. von dem Kupfergehalt des Steins annehmen dürfe, d. h. also zu 34 Tonnen, deren Werth etwa 100,000 Frcs. beträgt.

Die Specialkosten auf die Tonne Stein sind folgende:

Arbeitslöhne und Beaufsichtigung, 1,131 Schichten	2,982 Frcs.
Holz, 0,205 Tonnen	3,075 „
Kochsalz, 0,133 Tonnen	15,960 „
Silberfeinbrennen	0,825 „
Eisen, Gezähe, Reparaturen, diverse Kosten . . .	1,730 „
Summa	24,572 Frcs.

Production:

Feinsilber	2,189 Kilogrm
Kupfergehalt in den Rückständen	0,450 Tonnen

Metallverlust { Silber, 0,243 Kilogrm. . . . 53,946 Frcs.
Kupfer, 12 Kilogrm. . . . . 34,275 „

Stellt man nun die Summen der für jeden Prozeß angegebenen Specialkosten auf, so erhält man für die Silberextractionskosten auf eine Tonne Stein zurückgeführt, die folgenden Zahlen:

Holz, 1760 Tonnen	26,400 Frcs.
Kochsalz, 0,199 Tonnen	23,880 „
Arbeitslöhne, 6,331 Schichten	18,582 „
Pochen und Mahlen des Steines	5,000 „
Silberfeinbrennen	0,825 „
Diverse Kosten	4,301 „
Summa	79,988 Frcs.

Diese Kosten sind sehr hoch, der Silber und der Kupferverlust sind noch bedeutender. Der Verfasser muß bemerken, daß die hier angeführten Zahlen nach den Resultaten der im Großen und eine lange Zeit hindurch ausgeführten Versuche, berechnet worden sind; jedoch sind diese Versuche wohl nicht hinreichend gewesen, um den Arbeitern das praktische Geschick zu gewähren, welches zu einer guten Ausführung des Verfahrens unerläßlich ist. Der Verfasser hat auf die Schwierigkeiten und der Chlorürung in dem Flammofen hingewiesen und gewiß kann der Kochsalzverbrauch und der Metallverlust nach und nach vermindert werden; dasselbe läßt sich auf den Kochsalzverbrauch bei dem letzten Theil der Kochsalzlaugerei anwenden. Es müssen daher die obigen Zahlen als ein Maximum in Beziehung auf Kosten und Verluste angenommen werden, indem bei einem regelmäßigen Betriebe der Augustin'schen Kochsalzlaugerei, so wie bei der Verarbeitung so reiner Kupferstein, wie der Mansfelder, weit geringere Zahlen erreicht werden würden.

b'. — Das Verfahren von Ziervogel. — Das zweite Verfahren bei der Silberextraction, die Ziervogel'sche Wasserlaugerei, die seit dem Jahre 1852 regelmäßig angewendet wird, ist im Allgemeinen einfacher und billiger; sie erfordert geringere Röstkosten und Arbeitslöhne, weil die Laugung schneller geht. Dagegen aber ist der Röstprozeß weit schwieriger auszuführen, es werden reinere Steine erfordert und man erhält gewöhnlich reichere Rückstände als bei der Kochsalzlaugerei. Der Bearbeiter muß sogleich hier bemerken, daß die von dem Herrn Verfasser mitgetheilten Zahlen jetzt, nachdem die Wasserlaugerei jahrelang betrieben worden ist, sich ganz anders gestalten, wie aus einer Vergleichung der Rivot'schen Zahlenangaben mit denen hervorgeht, die der Bearbeiter aus der amtlichen preuß. Zeitschrift weiter unten mitgetheilt hat.

Die Ziervogel'sche Wasserlaugerei beruht im Allgemeinen darauf, daß sich beim Rösten von reinen, silberhaltigen Kupfersteinen zuerst Eisen-, dann Kupfer- und zuletzt Silbervitriol bildet. Zur Erzeugung des letztern ist aber eine solche Temperatur erforderlich, daß sich die beiden erstern, indem sie die Schwefelsäure abgeben, größtentheils in Oxyde verwandeln, während der Silbervitriol unzersetzt bleibt. Laugt man nun die Masse mit heißem Wasser aus, so löst sich der Silbervitriol auf und das Silber kann metallisch aus der Lösung durch Kupfer niedergeschlagen werden. Die Reihe der Prozesse i[illegible]

1) das Pochen und Mahlen des Steines;

2) die Röstung;

3) das Auslaugen und Fällen.

Wir brauchen hier nicht in so genaue Details in Beziehung auf die einzelnen Prozesse einzugehen, weil sie eine große Aehnlichkeit mit den entsprechenden Prozessen des Augustin'schen Verfahrens haben*).

Erster Prozeß. Mechanische Vorbereitung des Kupfersteins. — Die Rohsteine von der Eislebener und von der Sangerhäuser Hütte mit 40 bis 50 Pfd. Kupfer und 9 bis 12 Loth Silber im Centner, so wie die concentrirten Kupfersteine von der Kreuz-, Kupferkammer- und Friedeburger Hütte mit 70 bis 76 Pfd. Kupfer im Centner werden in faustgroße Stücke zerschlagen, auf der Katharinenhütte bei Leimbach und der Gottesbelohnungshütte bei Hettstädt gepocht und das Pochmehl in einen Rätter mit 30 Löchern pro Quadratzoll geschlagen, unter welchen sich ein Messingsieb mit 136 Maschen pro Quadratzoll befindet. Der auf dem Rätter zurückbleibende Stein wird abermals gepocht, daß nicht durch das Sieb hindurch gehende Schrot zwischen Mühlsteinen von Granit gemahlen und das Siebfeine zur Extraction aufbewahrt. In zwölf Stunden pocht man etwa 72 Ctr. Stein und erhält von 500 Ctr. gepochtem Stein durchschnittlich 306 Ctr. Mehl und 200 Ctr. Schrot, wobei durch die Oxydation des im Freien aufgestürzten Kupfersteins und das Wassersprengen beim Pochen eine Gewichtszunahme von 6 Ctr. statt findet.

Das Schrot wird zwischen zwei Granitsteinen von 2½ Fuß Durchmesser und 2 Fuß Höhe mit vier radialen Schrammen in ihrer Radialfläche gemahlen und durch Messingsiebe mit 2209 Löchern auf den Quadratzoll gesiebt. Die Siebgröbe wird nochmals gemahlen, das Siebfeine kommt ins Magazin. Es werden etwa 15 Ctr. Mehl in zwölf Stunden producirt. Das Poch- und Mahlmehl wird in Mengen von ¾ Ctr. in blechernen Kästen und verschlossenen Wagen, nachdem aus jedem Kasten eine Probe genommen, nach der Gottesbelohnungshütte zur weitern Entsilberung geschafft.

Zweiter Prozeß. Röstung und Calcination. — Der zu erreichende Zweck besteht darin, das sämmtliches Silber in ein in Wasser lösliches Sulfat zu verwandeln und in dem endlichen Product so wenig als möglich lösliche Sulfate der andern Metalle zu lassen.

Diese letztere Bedingung ist sehr verschieden und von der bei dem Augustin'schen Verfahren angegebenen; bei diesem Verfahren werden alle Sulfate in Chlorüre umgeändert und bei dem folgenden Prozeß verhindert oder verzögert das Vorhandensein der Perchlorüre des Eisens und Kupfers die Fällung des Silbers durch das Kupfer sehr wesentlich. Bei dem Ziervogel'schen Verfahren löst man im warmen Wasser die in dem gerösteten Stein vorhandenen Sulfate auf; die Eisen- und Kupfersulfate haben auf die Fällung des Silbers aus einer neutralen Flüssigkeit einen so großen Einfluß als die Chlorüre derselben Metalle auf eine Salzlösung.

Die Subsulfate des Eisens und Kupfers, welche im Wasser unlöslich sind, können übrigens den letztern Wirkungen nicht hinderlich sein, sondern im Gegentheil bei der Zugutemachung der kupferhaltigen Rückstände einen vortheilhaften Einfluß ausüben, da sie etwas Schwefel in die Beschickung bringen.

*) Der Bearbeiter hat sich zu manchen Ergänzungen veranlaßt gesehen.

Die Röstung wird zur Gottesbelohnungshütte in sieben Doppel-Röstöfen, wie sie in den Figg. 6 und 7, Taf. V abgebildet sind, ausgeführt.

Die aus dem zweiten Herde abziehenden Gase treten in Flugstaubkammern und von hier in Kanäle und nachdem sie zur Erwärmung von Wasser und zum Trocknen von Rückständebatzen benutzt worden sind, in eine 154 Fuß hohe Esse. Man erhält etwa 1 Proc. Flugstaub.

Beim Anfang der Arbeit bringt man in dem obern Herd die Beschickung in nachstehender Reihenfolge ein.

Extractionsrückstände mit noch 1¼ Loth Silber	27½	Pfd.
Kupfersteinmehl	247½	„
Beim Rösten gefrittete und ausgelaugte Kupfersteine (Röstgröbe, Knoten)	20	„
Kupfersteinmehl	247½	„
Rückstände	27½	„
Ausgelaugte Ofensohle	4	„
Krätz vom Silberbrennen	4	„
Summa	578	Pfd.

Die rohe Kupfersteinpost wird nach dem Verhältniß des im Magazin vorräthigen Steins einer jeden Rohhütte zusammengesetzt und nur der Stein von der Sangerhäuser Hütte wird besonders behandelt, da er ein besseres Kupfer giebt.

Fünf Minuten nach dem Chargiren wird die Post 1¼ Stunden lang umgekrahlt und etwa entstandene Klümper werden mit eisernen Stangen, sogenannten Böhrern, in radialen Streifen zerklopft, sodann das Röstgut zu einem querliegenden Haufen zusammengezogen und mit einem Spaten oder einer flachen Schaufel an einem andern Ort gebracht. Darauf folgt wieder ein 1½stündiges Durchkrahlen, Zusammenziehen und Auseinanderbreiten. Die Arbeiter vor den untern Herden geben nun das Zeichen zum Eintragen von 20 bis 25 Pfd. trocknem Braunkohlengestübbe, welches zehn Minuten lang eingekrahlt und sodann das Röstgut durch eine an der Arbeitsthür befindliche, mit einer Eisenplatte zugedeckt gewesene Oeffnung auf den untern Herd geschafft wird, um dort dem Gutrösten unterworfen zu werden; nachdem die Oeffnung wiederum verschlossen, wird eine neue Einfahrt auf dem obern Herd gemacht.

Das Röstgut wird auf dem untern rothglühenden Herd möglichst gleichmäßig ausgebreitet ohne Feuerung bei ungehindertem Zutritt der Luft durch den Rost 1¼ Stunde lang durchkrahlt, wobei anfangs ein durch die Braunkohle veranlaßtes kirschrothes Erglühen des Röstgutes eintritt, worauf dasselbe zusammengezogen, wieder aus einander gebreitet, 1¼ Stunden lang durchkrahlt und noch eine Stunde lang bei fortgesetztem Krahlen und gesteigerter Feuerung gaar geröstet. Den Eintritt der Gaare erkennt man durch eine Laugenprobe, die wir zwar schon bei den Augustin'schen Verfahren kennen gelernt haben, hier jedoch nochmals genau beschreiben wollen. Man holt von den an der Feuerbrücke liegendem Röstgute eine Probe mit einem Löffel heraus und schüttet sie kammförmig in eine Por[illegible] Darauf tröpfelt man aus einem kleinen Löffel langsam ko[illegible] lange auf die eine Seite, bis [illegible] der entgegenges[illegible] des Kammes, wieder zum [illegible] In die [illegible] Flüssigkeit t[illegible] wobei

derselben nicht eintreten darf, sondern eine milchige Trübung entstehen muß, welcher bei schwachem Schütteln ein käsiger Niederschlag von Chlorsilber folgt.

Wenn die Probe dieses Verhalten zeigt, so wendet man das Röstgut noch einmal und krahlt bei unterhaltener Feuerung so lange um, bis das jetzt vor die Feuerbrücke geschobene Röstgut dieselbe Beschaffenheit der Probe zeigt. Hat dagegen die Lauge von der Probe einen grünen Strich von Eisenvitriol oder eine tiefblaue Färbung von Kupfervitriol, so muß das Wenden und Durchkrahlen der Erzpost fortgesetzt werden. Bei zu weit getriebener Röstung scheidet sich metallisches Silber aus und dieß entzieht sich der Extraction.

Nach 4½ bis 5½ Stunden ist die Post gaar geworden und es wird alsdann für die obere Herdsohle das Zeichen zur Einmengung von Braunkohlenklein gegeben; im untern Herd dagegen wird das Röstgut an die Arbeitsthür gezogen, mit Schaufeln auf ein blechernes Rätter mit 16 Löchern pro Quadratzoll geworfen und in einem aus Eisenblech bestehenden Karren gesiebt. Die Röstgröbe wird in Mengen von 20 bis 25 Pfd. jeder Röstpost zugesetzt.

Der Bearbeiter hat den bei der Wasserlaugerei so höchst wichtigen Röstprozeß nach dem Werke Kerl's möglichst genau beschrieben und es folgen nun die mehr theoretischen Betrachtungen des Herrn Rivot. Auf der obern Sohle wird der Stein der Einwirkung einer Menge von überschüssiger Luft unterworfen, während die Temperatur die Dunkelrothgluth nicht übersteigt. Man sucht alle in dem Stein enthaltenen Körper zu oxydiren und ein möglichst großes Verhältniß von metallischen Sulfaten zu erzeugen, damit man von der vollständigen Sulfatisation des Silbers überzeugt sein kann.

Auf der untern Sohle steigert man die Temperatur des gerösteten Steines nach und nach bis zur Kirschrothgluth; dabei wird der größte Theil von den Sulfaten außer den des Silbers, zersetzt, allein es ist sehr wesentlich, keinen Theil des Silbervitriols zu zersetzen und ihm nicht durch eine zu lange Calcination die Löslichkeit im Wasser zu nehmen. Dieß ist der wichtigste Punct und zugleich auch die größte Schwierigkeit bei der Röstung zum Ziervogel'schen Verfahren. Es muß nicht allein das ganze Silber in Vitriol verwandelt, sondern demselben auch seine Löslichkeit im Wasser bewahrt werden, die stets sehr gering ist und welches nur dadurch bewirkt werden kann, daß man die andern Metalle so viel als möglich als Oxyde oder als unlösliche Subsulfate darstellt.

Mit geschickten und gut geleiteten Arbeitern kann man das Resultat erlangen, sobald der Stein keine wesentlichen Mengen von Arsen und Antimon enthält. Wenn man aber Steine verarbeiten soll, die eine gewisse Menge von diesen beiden Körpern enthalten, so ist es ganz unmöglich, die Bildung von Silberarseniat und Antimoniat zu vermeiden; ihre Menge ist um so stärker, je bedeutender das Quantum des Arsens und Antimons in den Erzen und folglich auch in dem Stein ist. Man kann nicht wie bei der Röstung des nicht silberhaltigen Steins in den Waleser Hütten, den größten Theil dieser beiden Körper während der ersten Periode der Röstung
[illegible] es können die Arseniate und Antimoniate nicht während
[illegible]setzt werden. Es erscheint uns durchaus zweckmäßig a[illegible]
[illegible]n genau hinzuweisen.
[illegible]ung in einer niedrigen Temperatur erleichtert die

wirkung von überschüssiger Luft die Entstehung von Sulfaten, allein es wird auch fast der ganze Arsen= und Antimongehalt in Arseniate und Antimoniate verwandelt; es ist unmöglich, arsenige Säure und Antimonoxyd, welches flüchtige Verbindungen sind, zu produciren, als durch Beschränkung des Sauerstoffverhältnisses bei der Röstung. Dadurch verliert man aber nothwendig viel Schwefel als schweflige Säure und man ist daher nicht überzeugt, so viel Schwefelsäure zu produciren, als zur Sulfatisirung alles Silbers erforderlich ist. Bei der Verarbeitung unreinen Steins kommt man daher zu der nachtheiligen Alternative, entweder den größtmöglichen Theil des Arsens und Antimons durch die Beschränkung der zur Oxydation angewendeten Luft zu vertreiben, wodurch man viel Schwefel verliert, jedoch auch einen bedeutenden Theil des Silbers reducirt. Oder aber, daß man bei vieler Luft alles Silber in Vitriol verwandelt, aber nur einen geringen Theil des Arsens und Antimons weggeschafft, während auch ein Theil des Silbers durch die Bildung von Arseniat und Antimoniat unlöslich gemacht worden ist.

Man hat neuerlich diese Schwierigkeiten größtentheils durch den oben erwähnten Zusatz von Braunkohlenklein zu vermeiden gesucht. Die Gase und die Wasserdämpfe, welches die Braunkohlen langsam und während der ersten Stunden der Röstung entwickeln, machen die Berührung des in Bewegung befindlichen Sauerstoffs mit den Körpern, die oxydirt werden sollen, bei weitem weniger innig; Arsen und Antimon können in weit größerer Menge als arsenige Säure und Antimonoxyd verflüchtigt werden. Man verliert aber auch Schwefel und vielleicht noch mehr, als wenn man die Steinröstung ohne Braunkohlen und mit Hülfe einer geringern Luftmenge bewirkt, weil die sich aus den Braunkohlen langsam entwickelnden Wasserdämpfe, so wie die durch die Verbrennung des Wasserstoffs veranlaßten, viel Schwefelwasserstoff erzeugen.

Die Sulfatisation des Silbers muß großentheils durch die Calcinirung auf der untern Herdsohle, mittelst der sich entwickelnden schwefeligen und Schwefelsäure, bewirkt werden.

Eine weitere Verbesserung in dieser Beziehung besteht auch darin, daß man neuerlich den Rohstein in Flammöfen sehr bedeutend concentrirt, wobei ebenfalls eine gewisse Menge von Arsen und Antimon, bei nothwendigem Schwefelverlust, vertrieben wird.

Das ins Kühlmagazin geschaffte Röstmehl bleibt darin sechs bis acht Stunden, bis es sich auf 70° C. abgekühlt hat. Die jährlich gewonnenen, etwa 300 Ctr. betragenden Flugstaubmengen werden in Thon eingebunden auf Stein verschmolzen, welches für sich extrahirt wird.

Zum Gaarrösten einer Post werden etwa ⅞ Schock Basen verbraucht. Vor dem obern Herde arbeiten zwei Mann, vor dem untern drei Mann. Nach dem Erfolg des von der Röstung hauptsächlich abhängenden Silberausbringens erhalten die Arbeiter Prämien, welche in 12 Proc. von dem Silber bestehen, welches weniger als 27 Grän im Centner Rückstand gefunden wird.

Haushaltsverhältnisse. — Die Specialkosten für die Röstung waren im Jahre 1850 folgende, die wir hier nur der Vollständigkeit wegen kurz aufführen, indem sich die Verhältnisse seitdem wesentlich verändert haben.

Holz, 3200 Tonnen à 15 Frcs.	48,000	Frcs.
Arbeitslöhne, 10,800 Schichten à 2,50 Frcs.	27,000	„
Transport, Gezähe, Reparaturen, diverse Kosten	7,000	„
Summa	82,000	Frcs.

Es betragen demnach die Specialkosten auf 1 Tonne Stein:

Holz, 1,096 Tonnen	16,44	Frcs.
Arbeitslöhne, 3,70 Schichten	9,25	„
Transport und diverse Kosten	2,74	„
Summa	28,43	Frcs.

Producte. — Das einzige Product, welches die Röstung giebt, ist das Röstmehl, so wie auch der Flugstaub; über beide Producte haben wir das Erforderliche gesagt.

Das zum Auslaugen kommende Röstmehl ist sehr verschiedenartig zusammengesetzt. Als Sulfate enthält es: den größten Theil des Zinks, Nickels, Kobalts und Silbers, so wie auch ein geringes Verhältniß von dem Eisen und Kupfer.

Fast alles Eisen und Kupfer, ein geringer Theil von dem Nickel, Kobalt und Zink kommen als Oxyde oder als unlösliche Subsulfate in dem Röstmehl vor.

Eine geringe Menge Silber kommt in metallischem Zustande vor, wenn die Röstung nicht mit gehöriger Vorsicht geführt worden ist.

Endlich, wenn in dem Stein Arsen und Antimon vorhanden sind, so finden sich in den Producten der Röstung mehr oder weniger bedeutende Mengen von Arseniaten und Antimoniaten aller Metalle. Es ist unmöglich, die Grenzen anzugeben, innerhalb welcher das Silber in diesen unlöslichen Verbindungen vorhanden ist.

Dritter Prozeß. Die Auslaugung und Fällung. — Die Einrichtung der Apparate und die Leitung des Betriebes sind fast dieselben wie bei der Augustin'schen Kochsalzlaugerei.

Im ersten Stockwerk der Hütte sind die Laugfässer aufgestellt und zwar auf Wagen unter einem etwas geneigten Gerinne, durch welchen heißes Wasser von etwa 65 Grad herbeigeführt werden kann.

Die Hähne dieser Fässer gießen die Lauge der Sulfate in ein zweites geneigtes Gerinne aus, welche dieselbe in die Klärfässer führt. Darauf gelangt sie in die Fällgefäße, die stufenweise in Reihen von vier Fässern jede vorgerichtet sind. Die vier ersteren enthalten Cementkupfer und die letztern Bruchеisen.

Auf der ersten Terrasse stehen acht hölzerne mit drei eisernen Reifen versehene cylindrische, $2\frac{1}{4}$ Fuß hohe und eben so weite Laugfässer, die am Boden mit einer Filtrirvorrichtung versehen sind. Dieselbe besteht aus einem, auf $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll hohen Leisten ruhenden, durchlöcherten, $\frac{3}{4}$ Zoll dickem Losboden; auf demselben befindet sich eine mit Leinwand überspannte und mit einer Schnur am Losboden befestigten Korkscheibe, auf der ein Wergzopf zum Schließen der zwischen dem Filter und der Wand gebliebenen Spalte angebracht ist. Zwischen einem Haupt- und Losboden befindet sich ein hölzerner Hahn. Aus dem Hahn gelangt die Lauge in einem hölzernen gedeckten Klärkasten, der 30 Fuß lang, $1\frac{1}{2}$ Fuß breit und $1\frac{1}{2}$ Fuß hoch ist und aus zwei Abtheilungen besteht. Die Lauge tritt zuvörderst

die vordere Abtheilung, fließt über die Scheidewand in die hintere und dann durch zehn Hähne in eben so viel auf der zweiten Terrasse stehende 2 Fuß hohe und 2 Fuß weite hölzerne, mit Filtern und Hähnen versehene Fällgefäße. In einem jeden derselben befinden sich 10 Pfd. Kupfergranalien und darüber 2¼ Ctr. Schwarzkupferbarren von 14 Zoll Länge, 5 Zoll Breite und 1 Zoll Dicke.

Die aus den Cementirfässern abfließende Lauge tritt in ein mit Kupfer gefülltes Laugengerinne und aus diesem, um eine vollständige Entsilberung zu bewirken, in fünf auf der dritten Terrasse stehende und mit 18 Pfd. Granalien und 1 Ctr. Kupferbarren versehene Gefällgefäße und gelangt endlich aus diesem in ein hölzernes Laugenbasin (Pumpenbasin). Aus letzterem wird die Lauge mittelst einer mit Sohlleder geliederten Pumpe in eine über der Auslaugerei befindliche bleierne Pfanne gepumpt, durch Wasserdampf auf 70° C. erhitzt und den Auslaugebütten in einer bleiernen mit Werg umwickelnden Röhre zugeführt.

Um die Abscheidung basischer Salze aus der Lauge zu vermeiden, wird aus einem Eimer ununterbrochen Schwefelsäure tropfenweis zugeführt, so daß auf einem Post etwa ½ Pfd. verbraucht wird.

Neben der Laugenpfanne befindet sich eine bleierne Wasserpfanne, in welche reines Wasser zum Auslaugen auf 70° C. erwärmt wird.

Soll die Extraction beginnen, so werden die Auslaugegefäße mit dem 70° C. warmen Röstmehle, etwa 4 Ctr., gefüllt und aus der Wasserröhre etwa 3 Cubikfuß 70° C. warmes Wasser so lange, d. h. 10 bis 15 Minuten, auf dasselbe geleitet, bis die Lauge aus dem geöffneten Hahn austritt. Darauf stellt man dem Wasserzufluß ab und läßt etwa 15 Cubikfuß auf 70° erwärmte Cementirlauge zulaufen, so daß dieselbe nach dem Austritt aus dem Lauggefäße mit Kochsalz nicht mehr auf Silber reagirt.

Nach etwa 2½stündigem Auslaugen werden die Rückstände mit kupfernen Schaufeln ausgestochen, dabei aus drei verschiedenen Höhen Proben genommen und jede Post so lange besonders aufbewahrt, bis diese sich durch die angestellte Silberprobe bis auf höchstens 21 Grän entsilbert beweist, widrigenfalls sie in die Röstung zurückkommt. Die fertig ausgelaugten Rückstände werden, wie wir weiter unten sehen werden, auf Schwarzkupfer verschmolzen.

Nach 24 Stunden wird das Cementkupfer aus den Cementirgefäßen der zweiten Terrasse und nach sechs Tagen das der dritten Terrasse von dem Fällsilber gereinigt, das Kupfer in das Fällgefäß zurückgegeben und das Fehlende ersetzt.

Chemische Betrachtung. — Ueber die chemischen Wirkungen, die in den beiden Abtheilungen dieses Prozesses statt finden, läßt sich nur wenig sagen.

Die Auslaugung. — In den Laugfässern sucht man den bei der Röstung gebildeten Silbervitriol aufzulösen. Man beginnt damit das Röstmehl so vollständig als möglich mit dem Wasser zu imprägniren, indem man es eine gewisse Zeit lang, ohne den untern Hahn zu öffnen, mit dem Wasser digeriren läßt. Man löst dabei nur eine geringe Menge von dem Silbervitriol auf, da dieses auf dem trocknen Wege gebildete Salz nur wenig löslich ist und sich auch nur langsam auflöst. Dieses erste Digeriren dient daher auch nur zur Vorbereitung der Lösung, die nach und nach während der Dauer des Prozesses bewirkt wird; man kann auch niemals

überzeugt sein, daß sich der ganze Silbervitriol aufgelöst habe, da die Probe mit Kupferplättchen, wie man sie gegen das Ende von der Wirkung des warmen Wassers ausführt, keine hinlängliche Empfindlichkeit haben kann.

Die Rückstände von der Laugerei sind stets wesentlich silberhaltig und man kann annehmen, daß wenigstens ein Theil des Silbers, welches sie enthalten, sich im Zustande des Sulfats befindet, welches man durch eine verlängerte Auslaugung im warmen Wasser hätte auflösen können.

Die Auflösung des Sulfats erfolgt übrigens um so langsamer, als der Stein stärker und länger erhitzt worden ist und folglich die Zeit, während welcher das warme Wasser zur Auflösung benutzt wurde, mit der Leitung des vorhergehenden Prozesses, der Röstung, ganz verschieden ist.

Der geröstete Stein wird nicht immer sofort, nachdem er aus dem Ofen gezogen, in die Lauggefäße gebracht; es würde aber sehr schwierig sein, jeden Augenblick die Zeit der Auslaugung nach dem mehr oder weniger genauen Bestimmungen der Temperatur, in welcher die Röstung bewirkt ist, zu verändern. Man muß unter regelmäßigen Verhältnissen arbeiten, welche die Erfahrung für die gewöhnlichste Leitung der Röstung angegeben hat.

Es muß daher von Zeit zu Zeit vorkommen, daß die aus den Fässern genommenen ausgelaugten Rückstände noch Silbervitriol enthalten, die zweckmäßiger Weise noch einmal der Auslaugung unterworfen werden müßten.

Die Rückstände werden auf Silber probirt, allein man sucht den Unterschied nicht fest zu stellen, ob der Silbergehalt löslich oder unlöslich ist; sobald die Probe mehr als 25 Grm. in 100 Kilogrm. angiebt, giebt man die Rückstände zur Röstung zurück. Man trocknet sie zu dem Ende und vermengt sie mit dem ungerösteten Steinmehl.

Es scheint weit rationeller zu sein, die silberreichen Rückstände einer neuen Auslaugung zu unterwerfen, um nicht genöthigt zu sein, Substanzen in den Flammofen zurückzubringen, die einen großen Theil des Silbers im Zustande des Sulfats enthalten. Man kann sich jedoch leicht überzeugen, daß der angenommene Gang der einfachste ist. Die Rückstände sind reich an Silber, d. h. es werden hier nur solche Steine berücksichtigt, die fast ganz frei von Arsen und Antimon sind, und es ist dieß eine Folge der zu geringen Aufmerksamkeit der Arbeiter beim Rösten. Sie haben die Calcination zu weit getrieben, einen Theil des Silbersulfats zersetzt, oder sie haben wenigstens seine Löslichkeit schwieriger und langsamer gemacht. Die Röstarbeiter müssen daher den begangenen Fehler wieder gut machen, indem sie die zu reichen Rückstände nochmals mit verrösten, ohne daß sie dafür Lohn erhalten.

Lassen wir diese Betrachtung unberücksichtigt, so ist die Röstung der Rückstände im Gemenge mit dem gerösteten Stein das beste Mittel, welches man haben kann, um neuen löslichen Silbervitriol zu bilden, sowohl mit metallischem Silber, als auch mit dem zu stark calcinirten Sulfat, welches die Rückstände enthalten.

Entsilbert man Arsen oder antimonhaltigen Stein, so können die Rückstände reich an Silber sein, ohne daß dieß dem Arbeiter zur Last fällt; eine neue Röstung würde nur einen sehr geringen Theil des Silber-Arseniats und Antimoniats zersetzen. Außerdem ist das Verhältniß des Arsens und Antimons in dem Stein und folglich das der Arseniate und Antimoniate in dem Röstungsproduct sehr verschieden. Der Silbergehalt der Lauge-

rückstände kann nicht mehr zur genauen Controle der Arbeiter dienen, und man weiß nicht, welches die Rückstände sind, deren zweite Röstung zweckmäßig sein würde.

Der Silberverlust ist nothwendig sehr bedeutend und das Gelingen des Prozesses hängt großentheils von der Aufmerksamkeit und Geschicklichkeit des die Arbeit leitenden Meisters ab.

Für die Mansfelder Steine, die man als sehr rein ansehen kann, ist, in Folge einer langen Erfahrung, die Gränze von 25 Grm. Silber in 100 Kilogrm. der Rückstände angenommen worden; jedenfalls ist sie höher, als das Verhältniß des Silbers, welches als Arseniat und Antimoniat vorkommen kann.

Das Wasser, welches aus den Laugegefäßen abfließt, enthält Sulfate von Zink, Kobalt, Nickel, Kupfer, Eisen, Silber und Blei. Das Verhältniß der drei ersteren hängt fast gänzlich von der Zusammensetzung des Steines ab, indem sie bei der Calcination, welche die Röstung beendigt, nicht zersetzt werden können, ohne fürchten zu müssen, daß zu gleicher Zeit auch ein Theil des Silbersalzes zersetzt werde. Sie haben übrigens auch keinen weitern nachtheiligen Einfluß auf die weiteren Präcipitationen.

Die Eisen- und Kupfersulfate kommen in einem mit der Temperatur und der Dauer der Röstung verschiedenen Mengen vor. Sie finden sich immer etwas häufiger, als die Chlorüre derselben Metalle in der Salzlösung bei der Kochsalzlaugerei, indem man den letzten Theil der Röstung nicht so weit treiben darf, indem man sonst fürchten muß, dem Silbervitriol seine Löslichkeit zu entziehen.

Das Bleisulfat kann dagegen nur in einer geringen Menge vorhanden sein, da es nach einer sehr verlängerten Calcination nur eine sehr geringe Löslichkeit hat.

Die Fällung. — In den oberen Gefäßen, welche das Cement enthalten, wirkt das Kupfer nur langsam auf die Eisen- und Kupfersulfate, dagegen aber schnell auf das Silbersulfat und theilweis auch auf das Bleisulfat. Auf die Zink-, Nickel- und Kobaltsalze hat es keine merkliche Einwirkung. Die Fällung des Silbers wird eben so leicht bewirkt, wie bei dem Augustin'schen Verfahren, obwohl die Lösung eine wesentliche Menge von Kupfer- und Eisensalzen enthält.

Die Sulfate dieser Metalle verzögern die Einwirkung des Kupfers auf die Silbersulfate nicht so stark, als es mit den Chlorüren der salzigen Flüssigkeit der Fall ist.

Das gefällte Silber ist sehr rein und kann nur eine Spur von Blei enthalten, weil die Lösung der Sulfate nur sehr wenig von diesem Metall enthält und das Kupfer nur einen Theil des Bleies zersetzen kann.

Das Silber wird gewöhnlich nicht im Graphittiegel geschmolzen, sondern in einem Gasflammofen fein gebrannt. Diese Affinirung würde nicht nothwendig sein, wenn man stets mit den zweckmäßigen Vorsichtsmaßregeln das Silber von der Oberfläche des Cements wegnehmen könnte. Das Kupfer bedeckt sich schnell mit einer Silberrinde, welche die Cementkörner vollständig umgiebt; das von diesem Silberabsatz umschlossene Metall löst sich alsdann nur sehr langsam auf. Man muß auch dahin sehen, das Präcipitat, welches in dem ersten Faß jeder Reihe gebildet worden ist, nur in der Höhe abzunehmen, welche die Erfahrung als zweckmäßig erkannt hat und wobei das Kupfer gänzl[illegible]n ist. Das Cementsilber ist in dem

Fall, in welchem das zum Auslaugen benutzte Wasser Gyps enthält, und wenn man fortwährend dieselbe Lauge benutzen muß, mit Gyps verunreinigt. Das Wasser concentrirt sich nach und nach durch Abdampfung und das Salz, welches es aufgelöst enthält, setzt sich endlich in den ersten Fässern ab. Man kann das Silber von dem Gyps nur durch Waschen in irdenen Schüsseln in einem hölzernen Tubben unter Wasser befreien. Die in der Schüssel zurückbleibenden Kupfergranalien kommen wieder zur Cementation, das ausgewaschene Silber dagegen mit Schwefelsäure enthaltendem Wasser in 6 Bottichen ausgesüßt, das Wasch- und Aussüßwasser auf die Kupfergranalien geführt und dessen Kupfergehalt durch Eisen cementirt, das Cementkupfer aber auf dem kleinen Herde gaar gemacht. Es ist nicht weiter erforderlich, uns bei der Fällung des Kupfers auf das Eisen aufzuhalten; sie wird in der Lösung der Sulfate, wie in der der Chlorüre bewirkt. Das Präcipitat wird durch successive Decantirungen in 2 Theile getheilt; die schwersten Körner sind fast reines Kupfer und werden zur Fällung des Silbers benutzt. Die feinsten Theile enthalten eine gewisse Menge von Eisenoxyd-Subsalz, etwas Zink, Kobalt, Nickel und Blei; sie kommen zum Schwarzkupferschmelzen.

Producte. — Der Prozeß giebt zwei Hauptproducte: Cementsilber, welches, wie schon oben bemerkt, ausgeführt wird und dadurch eine Feine von 268 bis 270 Grän erlangt hat; es wird geballt, auf kupfernen Pfannen bei mäßiger Wärme getrocknet, wobei noch 2 Proc. Wasser zurückbleiben, und im Gasflammofen feingebrannt. Endlich die kupferhaltigen Rückstände, die auf Schwarzkupfer verarbeitet werden.

Haushaltsverhältnisse. — Zur Verarbeitung von 2917 Tonnen gerösteten Stein sind zwei Auslaugehütten erforderlich, von denen jede 24 Laugefässer und 24 Fällgefäße enthält. Man verbraucht jährlich 600 Tonnen Holz zur Dampfkesselfeuerung; die Arbeit kann sehr leicht von 6 Mann geleitet werden, die unter specieller Leitung eines Aufsehers stehen.

Der Silberverlust beträgt etwa 8 Proc. von dem Silbergehalt, d. h. 567,59 Kilogrm. (ist jetzt aber, wie weiter unten nachgewiesen wird, weit geringer). Man gewinnt 6527,267 Kilogrm. Feinsilber. Diese Zahlen sind nach den Resultaten berechnet, welche die Erfahrung bei der Zugutemachung reinen Steins von gewöhnlichen Erzen gegeben hat. Bei Stein, der weniger frei von Arsen und Antimon ist, würde sich der Silberverlust sehr wahrscheinlich auf 10 Proc. belaufen.

Die Specialkosten für den Prozeß sind die folgenden:

Holz, 600 Tonnen à 15 Frcs.	9000	Frcs.
Arbeitslöhne und Aufsicht, 2100 Sch. à 4 Frcs. und 2,50 Frcs.	5700	„
Feinmachen des Silbers	2400	„
Eisen, Gezähe, Reparaturen, diverse Kosten	5000	„
Summa	22,100	Frcs.

Dies beträgt auf 1 Tonne Stein:

Holz, 0,205 Tonnen	3,075	Frcs.
Arbeitslöhne, 0,720 Sch.	1,954	„
Feinmachen des Silbers	0,825	„
Eisen, Gezähe, Reparaturen, diverse Kosten	1,730	„
Summa	7,584	Frcs

Man gewinnt aus 1 Tonne Stein Feinsilber . .	2,237	Kilogrm.
Man verliert auf 1 Tonne Stein Feinsilber . .	0,195	„
Werth des verlornen Silbers	43,29	„

Macht man nun die Summe der Specialkosten für die drei Reihen von Prozessen, so erhält man die Specialkosten für die Silberextraction mittelst des Ziervogel'schen Verfahrens und auf 1 Tonne:

Das Pochen und Mahlen	5,000	Frcs.
Das Feinbrennen des Silbers	0,825	„
Holz, 1301 Tonnen	19,515	„
Arbeitslöhne und Aufsicht, 0,42 Schichten	11,204	„
Diverse Kosten	4,470	„
Summa	41,014	Frcs.

Silberverlust 0,195 Kilogrm.

Den Kupferverlust kann man unberücksichtigt lassen.

Es sollen nun die Specialkosten der Silberextraction, auf 1 Tonne Erz zurückgeführt, berechnet werden:

Pochen und Mahlen	455	Frcs.
Silberfeinbrennen	0,073	„
Holz, 0,116 Tonnen	1,740	„
Arbeitslöhne, 0,393 Sch.	0,997	„
Diverse Kosten	0,398	„
Summa	3,653	Frcs.
Silberverlust	0,0174	Kilogrm.
und dessen Werth	3,865	Frcs.

Bei der Beschreibung der Zugutemachung der Rückstände wird hier angenommen, daß das Ziervogel'sche Verfahren (wie es auch wirklich der Fall ist) allein angewendet werde, und daß man aus den Erzen 6527,267 Kilogrm. Feinsilber und 2900 Tonnen kupferhaltige Rückstände mit einem Kupfergehalt von 1347 Tonnen erhalten habe, d. h. auf die Tonne Erz:

Gewonnenes Silber	0,1916	Kilogrm.
Kupfer	0,041	Tonnen.

Die Betriebsresultate bei der Entsilberung auf der Gottesbelohnungs-Hütte waren im Jahre 1854 nach der Preuß. Zeitschr., Bd. III, Abth. A, S. 229 folgende: — Theils auf dieser, theils auf der Katharinen-Hütte zu Leimbach wurden aus dem Steine durch Pochen und Mahlen 43600 Centner Rohmehl dargestellt, wovon 43500 Ctr. zur Röstung gelangten. Letztere erforderte auf 100 Ctr. 52059 Schock Wellholz und 1,54 Tonnen Braunkohlen. Man hat für dieselbe — wie schon bemerkt — 7 Doppelröstöfen. Versuche wiesen nach, daß $4\frac{1}{2}$ Ctr. der vortheilhafteste Rösteinsatz sei; bei demselben kann man nämlich in einem Ofen wöchentlich 150 Ctr. verarbeiten, während sich bei Posten von 4 Centnern in gleicher Zeit und bei gleichem Brennmaterialverbrauche nur 136 Ctr. rösten lassen. Auch hat man neuerlich das Wellholz beim Rostofenfeuern sehr vortheilhaft durch das, ungleich wohlfeilere, gerissene Scheitholz und durch Knüppelholz ersetzt.

Der Extraction durch Wasserlaugerei wurden [illegible] unterworfen, und daraus 45[illegible] Grä[illegible] [illegible]

Wie sehr es gelungen ist, die Entsilberungsmethode mit der Zeit zu vervollkommnen, geht daraus hervor, daß

1	Ctr.	Kupfer	im	Jahr	1851	noch 27,764	Grän Silber
1	"	"	"	"	1852	" 20,764	" "
1	"	"	"	"	1853	" 16,764	" "
1	"	"	"	"	1854	" 15,204	" "

enthalten hat, ja in den folgenden Jahren, wie wir weiter unten sehen werden, noch mehr herabgegangen ist.

Dieses gute Resultat ist zum Theil der Darstellung reicherer und zinkfreier Spursteine, zum Theil aber der eingeführten Silberprämie zuzuschreiben.

Außer dem obigen Quantum Silber erhielt man bei dem Auslaugen des gerösteten Mehles noch 89½ Ctr. Cementkupfer. Der Aufgang an Schwefelsäure war 0,222 Ctr. und der an Fällungseisen 0,167 Ctr. auf den Centner Stein. Zum Kochen der Laugwasser brauchte man 0,431 Tonnen Steinkohlen und 3,943 Tonnen Braunkohlen.

Das Trocknen und Einschmelzen des Cementsilbers geschah in den gewöhnlichen Trockenöfen und Gasflammöfen bei einem Aufwande von 0,463 Tonnen Holzkohlen, 0,083 Tonnen Braunkohlen von Riestedt und 0,063 Schock Wellholz auf 100 Ctr. Kupferstein. Das Ausbringen war 69,67 Mark Brandsilber oder 68,15 Mark Feinsilber, ebenfalls auf 100 Ctr. Kupferstein berechnet. Das gesammte Silberausbringen war 33596 Mark 256 Grän.

Im Jahre 1857 empfing die Gottesbelohnungshütte (Pr. Zeitschr., Bd. VI, Abth. A, S. 231) im Ganzen 35845 Ctr. 51 Pfd. Kupferstein, darunter 4641 Ctr. 7 Pfd. Rohsteine. Hiervon und von dem Bestande erhielt man 39389 Ctr. 51 Pfd. Mehl; und dieses, so wie ein vorräthiger Bestand von 1010 Ctr. 59 Pfd., im Ganzen also 40400 Ctr. Mehl der Röstung übergeben. Bei dieser sind zu 100 Ctr. Mehl 55,73 Schock Wellholz zu 1,95 Tonnen Braunkohle verwendet worden.

Durch die Auslaugung von 40400 Ctr. Röstmehl gewann man 37318 Mark 12 Grän Cementsilber, welches, fein gebrannt, 28840 Mark 144 Grän Feinsilber mit einem Werthe von 391903 Thlr. 16 Sgr. 1 Pf. ergab. Hiervon gehören 480 Mark 33 Grän dem verarbeiteten Sangerhäuser Kupferstein an. Die Reinheit der Entkupferung war auch in den Jahren 1856 und 1857 vorgeschritten, indem man den Centner Gaarkupfer in jenem bis auf 15,19 und in diesem bis auf 14,28 Grän Silber, reiner entsilberte.

Die beim Silberschmelzen fallenden Krätzen werden jetzt mit Schwefelsäure angenetzt und darauf, gleich wie gemahlener Kupferstein, der Röstarbeit unterworfen; sie werden dann ausgelaugt, der Rückstand wieder angenetzt, aufgeröstet und ausgelaugt, und dieses Verfahren so oft wiederholt, bis der Silbergehalt auf ein Minimum herabgebracht ist. 1854 hat man aus der, seit 1852 angesammelten Silberkrätze auf diese Weise 4000 bis 5000 Mark Silber gewonnen.

Allgemeine Betrachtungen über die beiden Extractionsmet[illegible]den. — Die hier in Beziehung auf die Specialkosten mitgetheilten Z[illegible]rfen nur als Annäherungen angesehen werden; dennoch genügen beweisen, daß die Ziervogel'sche Wasserlaugerei weniger K[illegible] [illegible]st und wohlfeiler ist, als die Augustin'sche Kochsalzlau[illegible]

Sie gewährt außerdem den Vortheil, daß keine wesentliche Kupfermenge verloren geht und daß sie Rückstände giebt, die eine gewisse Quantität Subsulfate enthalten, deren Schwefel bei dem Verschmelzen dieser Rückstände auf Schwarzkupfer sehr nützlich ist.

Was nun den Silberverlust betrifft, so darf man, selbst wenn man auf dem Standpunct von 1850 steht, annehmen, daß bei der Zugutemachung reinen Steins das Ziervogel'sche Verfahren ebenfalls vortheilhafter ist. Jedoch muß man gestehen, daß der Nachtheil des Augustin'schen Verfahrens in dieser Beziehung noch nicht gehörig erwiesen ist; bei etwas arsenhaltigem Stein würde dieses Verfahren vielleicht ein etwas besseres Silberausbringen gewähren.

Es sollen nun so kurz als möglich die Schwierigkeiten bei der Anwendung und die Ursachen der Metallverluste bei beiden Methoden auseinandergesetzt werden.

Dieses Resumé erscheint uns zweckmäßiger, als ihre Vergleichung, um die Vortheile und die Nachtheile eines jeden Verfahrens kennen zu lernen. Wir wollen zuvörderst annehmen, daß der Stein kein Arsen und Antimon enthalte, und wir wollen alsdann die Verluste erwähnen, die von dem Vorhandensein beider Substanzen herrühren.

Die Augustin'sche Methode. — Bei der Augustin'schen Methode ist der wesentlichste Punct die Chlorürung auf dem trockenen Wege; wenn man dahin gelangt ist, den gesammten Silbergehalt im Stein in Chlorüre zu verwandeln, indem der größte Theil der anderen Metalle als Oxyd zurückbleibt, so ist der Erfolg der Extraction gesichert; man braucht alsdann nicht zu befürchten, bei den folgenden Operationen einen wesentlichen Silberverlust zu erleiden. Sein Chlorür ist in einer warmen Flüssigkeit mit 22 Proc. Kochsalz leicht löslich; die Auslaugung und Fällung erfordern nur eine sorgfältige Ausführung von Seiten der Arbeiter und einen intelligenten Aufseher.

Die Schwierigkeiten, welche die Chlorürung auf dem trockenen Wege hat, sind sehr bedeutend, nicht allein in dem Prozeß selbst, bei der eigentlichen Chlorürung, sondern hauptsächlich auch bei den vorhergehenden Prozessen, bei der Röstung und der Calcination. Der geröstete und calcinirte Stein müßte alles Silber als Sulfat, die übrigen Metalle aber als Oxyde enthalten, allein dieses Resultat kann niemals vollständig erreicht werden. Man kann alles Silber in Vitriol durch eine in niedriger Temperatur und bei viel überschüssiger Luft geführten Röstung verwandeln, allein es entstehen zu gleicher Zeit Vitriole der übrigen Metalle. Diese letzteren sucht man nun durch eine etwas lang dauernde Calcination zu zersetzen, man hat aber niemals die Möglichkeit in der Hand, die Temperatur hinreichend zu erhöhen, um das gewünschte Resultat zu erlangen; man wird durch die absolute Nothwendigkeit aufgehalten, den Silbervitriol nicht zu zerstören. Man kann die fast gänzliche Zersetzung der Eisen- und Kupfersulfate erlangen, allein die des Bleies und Zinks, und selbst die des Kobalts und Nickels bleiben mit dem Silbersulfat fast gänzlich unzersetzt.

Das Gelingen der Calcination hängt daher zum Theil von der Sorgfalt des Arbeiters, hauptsächlich aber von der chemischen Zusam[illegible] des zu Gute zu machenden Steine[illegible]

Die Umänderung der Sulf[illegible] ß schnell [illegible]

Temperatur ausgeführt werden, da das Chlorür des Silbers, so wie das aller Metalle, sehr flüchtig ist.

Es geht immer eine wesentliche Menge Silber verloren, und dieser Verlust ist um so bedeutender, je mehr und je länger man feuert, und je mehr flüchtige Metallchlorüre sich bilden. Die Eisen- und Zinkchlorüre sind die flüchtigsten und diejenigen, welche den größten Silberverlust veranlassen.

Wird nun die Röstung und die Calcination zweckmäßig geleitet, so kann man die Menge des Eisenchlorürs, welches sich bei der Chlorürung bildet, wesentlich vermindern, allein es ist dieß nicht bei dem Zinkchlorür der Fall. Es ist daher wesentlich, der Extraction keinen Stein zu unterwerfen, der zinkhaltig ist.

In den Fluggestübbekammern sammelt man nur einen Theil der flüchtigen Chlorüre.

Bei Steinen, die Arsen und Antimon enthalten, sind die Schwierigkeiten bei Weitem größer und der Silberverlust ist noch bedeutender. Die Röstung bei niedriger Temperatur und bei einem wesentlichen Luftüberschuß verwandeln fast alles Arsen und Antimon in Arseniate und Antimoniate, welche die Calcination nicht zersetzen kann und welche man in Chlorüre verwandeln muß. Man muß daher für die Chlorürung stärker und länger feuern, und man kann die Bildung einer sehr bedeutenden Menge von Eisenchlorüre nicht vermeiden. Der Silberverlust durch Verflüchtigung der Chlorüre ist weit größer, als bei der Zugutemachung reiner Steine.

Man kann den größten Theil des Arsens und Antimons während des Röstens nur dadurch vertreiben, daß man ein ähnliches künstliches Mittel, wie bei dem Ziervogel'schen Verfahren anwendet, d. h. indem man den Stein mit einer gewissen Menge Braunkohlenklein vermengt, oder indem man auf die Herdsohle Wasserdämpfe strömen läßt, wie dieß zu Freiberg geschieht.

Die Fortschaffung des Arsens und Antimons während des Röstens ist um so wesentlicher, weil der Silberverlust durch Verflüchtigung nicht die einzige Ursache ist, welche die Bildung der Arseniate und Antimoniate veranlaßt. Während des Auslaugens werden die unlöslichen Metallsalze wieder gebildet; man kann die Fällung einer mehr oder minder größern Menge von Silber-Arseniat und Antimoniat in den Laugefässern nicht vermeiden.

Die Ziervogel'sche Methode. — Wenn dieselbe auf sehr reine Steine angewendet wird, so liegt ihre Hauptschwierigkeit ebenfalls in der Röstung; das gesammte Silber muß in Vitriol und die übrigen Metalle müssen in Oxyde verwandelt werden. Auf der obern Sohle des Flammofens, auf welcher die Röstung in niedriger Temperatur und bei einem sehr starken Luftzutritt ausgeführt wird, entsteht eine sehr große Menge von Sulfaten aller Metalle; auf der untern Sohle dagegen sucht man durch eine zweckmäßig geleitete Calcination die Sulfate des Eisens und des Kupfers zu zersetzen.

Bei Steinen mit Zink-, Nickel-, Kobalt- und Bleigehalt gelangt man nicht zur Zersetzung der Sulfate dieser Metalle; man kann nur die Um-ä[illegible] ...größten, wo nicht des ganzen Theils der Eisen- und der [illegible] Oxyde oder in unlösliche Subsulfate erlangen.

[illegible] icht fürchten, Silber durch Verflüchtigung zu verlieren; die [illegible] asen weggeführten Substanzen werden in den Verdichtun[illegible] [illegible] lt. Die einzige Schwierigkeit des Prozesses besteht i[illegible]

Mäßigung der Temperatur während der Calcination, um dem Silbersulfat nicht seine Löslichkeit im Wasser zu entziehen.

Für diesen Theil der Verarbeitung der Steine steht das Ziervogel'sche Verfahren weit über dem Augustin'schen, weil es die Schwierigkeiten und die Ursachen der Verluste bei der Chlorürung verhindert.

Die Auslaugung des Silbersulfats in Wasser erfolgt stets sehr langsam und schwierig; man weiß nicht, wann sie beendigt ist. Die kupferhaltigen Rückstände müssen auf Silber probirt werden und sie gelangen zur Röstung zurück, wenn sie viel davon enthalten.

Die Auslaugung bietet Schwierigkeiten und eine Ursache des Silberverlustes dar, welche das Augustin'sche Verfahren nicht hat.

Man kann einen wesentlichen Verlust an Silber nur dadurch vermeiden, daß man einen Theil der schon verarbeiteten Materialien nochmals verarbeitet.

Der Silbergehalt der Rückstände bei dem Ziervogel'schen Verfahren gleicht den durch Verflüchtigung der Chlorüre in der Augustin'schen Methode fast aus. Es wird kein großer Unterschied zwischen den aus den Steinen durch beide Methoden gewonnenen Silbergehalt stattfinden; man kann nur voraussetzen, daß, wenn bei den beiden Extractionsprozessen die Arbeiten mit aller erforderlichen Vorsicht ausgeführt werden, der endliche Silberverlust bei dem Ziervogel'schen Verfahren etwas geringer ist.

Da außerdem die Kosten bedeutend geringer sind, so ist die Wasserlaugerei unbedingt vortheilhafter, wenn man sehr reinen Stein zu verarbeiten hat.

Diese Folgerungen sind nicht eben so gewiß bei der Zugutemachung silberhaltigen Steins, der eine wesentliche Arsen- und Antimon-Menge enthält. In diesem Fall bildet sich stets eine gewisse Menge von Silber-Arseniat und Antimoniat, die im Wasser unlöslich sind, selbst wenn man künstliche Mittel, wie die Einmengung von Braunkohlenklein oder die Einwirkung von Wasserdämpfen während der Röstung anwendet.

Alles in dem gerösteten Stein als Arseniat oder Antimoniat enthaltene Silber ist nothwendig verloren, während man bei dem Augustin'schen Verfahren hoffen darf, während des Auslaugens einen Theil des Silbers, welcher von der Zersetzung des Arseniats und Antimoniats auf trockenem Wege durch Kochsalz herrührt, als Silberchlorür zu erhalten.

Es kann noch nicht behauptet werden, daß bei arsen- und antimonhaltigen Steinen das Ziervogel'sche Verfahren mehr Silber, als das Augustin'sche giebt. Man hat in dieser Beziehung noch keine vergleichenden Versuche angestellt, und bis daß dieselben ausgeführt worden sind, kann man durchaus keine bestimmte Meinung darüber haben, daß zur Silberextraction aus unreinen Steinen die eine Methode vortheilhafter, als die andere sei.

Es ist nun sehr deutlich bewiesen, daß in allen Fällen Arsen und Antimon den Silberverlust wesentlich erhöhen, und daß man daher so viel als möglich die Steine von diesen beiden schädlichen Körpern befreien muß, ehe sie der Extraction unterworfen werden.

Die kupferhaltigen Rückstände enthalten fast gleich Arsen und Antimon; allein die von dem Ziervogel'schen Prozeß herrührenden enthalten Subsulfate, die beim Schwarzkupferschmelzen sehr zweckmäßig sind, auch ent-

halten diese Rückstände den ganzen Kupfergehalt des Steines. Bei dem Augustin'schen Verfahren findet stets ein wesentlicher Kupferverlust statt.

E. — Die Zugutemachung auf Kupfer.

Die Zugutemachung der Rückstände von der Extraction auf Kupfer umfaßt zwei getrennte Prozesse: das Verschmelzen der kupferhaltigen Rückstände auf Schwarzkupfer, welches auf der Gottesbelohnungs-Hütte erfolgt, und das Gaarmachen, welches auf der Saigerhütte ausgeführt wird.

c. — Das Schwarzkupferschmelzen. — Dieser Schmelzprozeß auf Schwarzkupfer wird in einem Schachtofen ausgeführt, der in Taf. V, Fig. 3, 4 und 5 dargestellt worden ist; er unterscheidet sich von den zur Zugutemachung kiesiger Erze angewendeten Schachtöfen durch seine Dimensionen, weil ihm der Vorherd fehlt. Der Betrieb ist ganz derselbe, wie bei den übrigen Schachtöfen; man setzt die Kokes an der Brustseite auf die Beschickung, aber an der Formseite. Der Wind wird durch eine Nase bis zum Brennmaterial geführt; die Schlacken fließen durch 2 Spuren in den feuerfesten Thon, welcher den vordern Theil des Herdes verschließt, ab, kurz, es sind diese Oefen Brillenöfen ohne Rast. Zweimal in jeder Schicht wird das Schwarzkupfer und der Stein im äußern Spurtiegel abgestochen.

Die Beschickung. — Die ausgelaugten Rückstände stürzt man in kegelförmige Haufen auf, läßt sie abtropfen und knetet sie mit etwa 8 Gewichtsprocent Thon an, welcher 50 bis 60 Proc. Kieselerde und 40 bis 50 Proc. Thonerde enthält. Aus dem Gemenge bildet man faustgroße Batzen, welche auf hölzernen Horden in, durch die aus dem Röstofen entweichende Hitze, erwärmten Räumen 4 Tage lang und dann auf beweglichen eisernen, 10 Fuß langen und 4½ Fuß breiten Darren in Trockenöfen 24 Stunden lang in Quantitäten von 25 Ctr. für jeden Ofen getrocknet werden.

Mit diesen Batzen beschickt man schwefelhaltige Materialien, entweder Gyps oder an Arsenkies reinen Schwefelkies, wenn man denselben sich verschaffen kann, ferner Quarzsand oder grobgepochten Sandstein, Schlacken von demselben Prozeß mit Granalien, Schlacken und Krätz vom Gaarmachen und endlich allen bei dem Prozeß selbst gewonnenen Stein, den sogenannten Dünnstein.

Die durchschnittliche Zusammensetzung der Beschickung ist die folgende:

Extractions-Rückstände	100
Eingemengter Thon	10
Sand oder Sandstein	9
Schwefelkies oder Gyps	5
Schlacken von dem Prozeß selbst und vom Gaarmachen	15
Dünnstein	1,50 bis 2
	141

Eine andere beschickte Schicht, die Kerl (a. a. O. II, 263) angiebt, ist folgende:

Rückstände	53,30 Ctr.
Thon	5,33 „
Quarzsand	4 bis 5 „
Schlacken	8 „ 10 „
Gerösteter Dünnstein	½ „ 1 „ *)

*) Uebrigens kommen wir weiter unten, bei den neuern Betriebsresultaten auf die Beschickung zurück. H.

Wir wollen nun die Gründe zu entwickeln suchen, weshalb diese Schichten auf solche Weise zusammengesetzt sind, indem wir kurz die chemischen Reactionen auseinandersetzen, welche in dem Ofen während seines normalen Betriebes stattfinden.

Die Rückstände von der Extraction enthalten: Metalloxyde, hauptsächlich Eisen- und Kupferoxyd; Arseniate in veränderlichen Verhältnissen, je nach Beschaffenheit des Steines, jedoch noch immer in wahrnehmbarer Menge; endlich auch eine geringe Menge von Subsulfaten. Man will sehr reines Schwarzkupfer darstellen, d. h. solches, welches sehr wenig Eisen und Arsen, jedoch eine hinreichende Schwefelmenge enthält, so daß das Gaarmachen leicht ist. Die Schlacken sollen hinreichend rein sein, um ohne einen wesentlichen Kupferverlust abgesetzt werden zu können.

Man kann die Schlacken nicht zu den Rohhütten schaffen, weil die Entfernung dahin zu bedeutend ist; auch würde man reiche Schlacken bei dem Rohschmelzen nicht zu Gute machen können, ohne die Bedingungen, unter denen das Rohschmelzen erfolgt, gänzlich zu verändern.

Man kann das erstere von diesen beiden Resultaten, sehr reines Schwarzkupfer mit Schwefelgehalt, nicht anders erreichen, als wenn man den Rückständen schwefelhaltige Substanzen zuschlägt, welche das, durch die reducirende Einwirkung der Gase und des Brennmaterials in den metallischen Zustand zurückgeführte Eisen absorbiren und in einen Stein vereinigen. Dieselben Substanzen sind auch erforderlich, um den in dem Ofen producirten Silicaten das Kupfer, welches sie als Oxydul enthalten, zu nehmen.

Das Arsen kann nur zum Theil und durch eine schwache, langdauernde, reducirende Wirkung in einer niedrigen Temperatur vertrieben werden, d. h. die Gichten müssen langsam in einem sehr hohen und weiten Ofen niedergehen. Diese letztere Bedingung veranlaßt die Bildung sehr leichtflüssiger und hauptsächlich aus Eisensilicat bestehender Schlacken; der Hauptzuschlag muß Quarz sein; Thon- und Kalkerde müssen in der Beschickung nur sehr wenig vorhanden sein.

Endlich kann man das Nebenproduct, den Stein, nur in sehr geringer Menge darstellen, und es kann daher die Schlacke von dem Kupfer nur durch Einwirkung des Schwefeleisens, oder durch die des Schwefelcalciums, welches von dem Gyps herrührt, befreit werden. Es ist daher unerläßlich, den Kupferverlust möglichst zu vermindern, indem man nur sehr wenig Schlacken zuschlägt. Man setzt sich aber alsdann der Gefahr einer zu vollständigen Reduction des Eisenoxydes aus, d. h., daß man nur ein sehr eisenhaltiges Schwarzkupfer producirt und daß sich selbst Eisensauen in dem Ofen bilden. Man muß daher die kupferhaltigen Rückstände mit einem Theil des Zuschlags sehr genau vermengen, damit das Eisenoxydulsilicat großentheils ohne Zwischenkunft der aufgegebenen Schlacken gebildet werden kann. Die Einmengung von Thon in den Rückständen ist daher für die chemischen Reactionen eben so nothwendig als für die Consistenz der Batzen.

Sind nun diese Betrachtungen festgestellt, so lassen sich die hauptsächlichsten Reactionen, die in dem Ofen in dem Maß statt finden, daß die Gichten langsam von der Gicht bis zu dem Herd eingehen, in wenigen Worten erklären.

In dem ganzen obern Theil des Ofens, in welchem die Temperatur nicht hoch genug ist, u[illegible] weich zu machen, oder um Eisen-

oxydulsilicat zu bilden, erhitzen sich die aufgegebenen Materialien nach und nach. Das Kohlenoxyd reducirt die Arsensäure und die Metalloxyde; ein Theil des Arsens wird als arsenige Säure verflüchtigt, das Kupferoxyd wird fast vollständig zersetzt und das Eisenoxyd muß höchstens in Oxydul verwandelt werden. Der schwefelsaure Kalk wird nach und nach in Schwefelcalcium umgeändert, der Schwefelkies kann keine andere Umänderung als eine partielle Destillation erleiden und der dabei frei werdende Schwefel muß wenigstens zum großen Theil durch das metallische Kupfer absorbirt werden.

Etwas weiter niederwärts im Ofen kommen die aufgegebenen Schlacken in Fluß und bilden Silicate mit dem Eisenoxydul und mit dem unvollständig zersetzten Kupferoxyd; zu gleicher Zeit bildet der eingemengte Thon mit den Eisen- und Kupferoxyden flüssige Silicate.

Die geschmolzenen Materialien erleiden nur eine sehr schwache reducirende Einwirkung von den aufsteigenden Gasen; der Stein und die Granalien in den Schlacken, das Schwefeleisen und das Schwefelkupfer, welche das eine von der Destillation der Kiese, das andere von der Einwirkung des verflüchtigten Schwefels auf das metallische Kupfer herrührt, das durch die fast vollständige Zersetzung des Gypses dargestellte Schwefelcalcium und das reducirte Kupfer, gelangen in Fluß, vermengen sich sehr genau mit den Silicaten und trennen sich nur in dem Herd gänzlich davon.

Das Kupferoxydul in den Silicaten wird durch das Schwefeleisen und durch den Schwefelcalcium reducirt; allein es kann diese Wirkung nicht vollständig sein, weil die Sulfurete nicht in hinreichender Menge vorhanden sind.

In dem Herd ist die Temperatur hoch genug, so daß sich die Substanzen durch ihre verschiedenen Dichtigkeiten scharf von einander trennen können; auf dem Boden befindet sich das Kupfer, welches stets etwas Schwefel und Eisen enthält, und fast alles Arsen, welches in dem obern Theil des Ofens nicht verflüchtigt worden ist. Darüber befindet sich der nothwendig sehr kupferreiche und sehr schwefelarme, auch nur sehr wenig Arsen enthaltende Stein. Zu oberst finden sich die Schlacken, die als Hauptbase das Eisenoxydul enthält; sie enthält aber auch noch etwas Kupferoxydul und die ganze Thonerde des als Zuschlag angewendeten Thons, so wie auch die Kalkerde aus dem Gyps, welche durch Einwirkung des Schwefelcalciums auf das Kupferoxydul der Silicate reproducirt worden ist. Die Schlacken sind sehr flüssig, so daß Stein und Schwarzkupfer sehr leicht hindurchfallen können; da sie aber stets geschmolzene Substanzen aufnehmen, welche unter die Form hinabfallen, und da kein Vorherd vorhanden ist, in welche sie eintreten könnten, wie das bei den gewöhnlich zugemachten Oefen der Fall ist, so enthalten sie noch Granalien, wenn sie durch die beiden Spuren aus dem Ofen abfließen. Die bei dem Abstechen des Schwarzkupfers und des Steins aus dem Ofen gezogenen, enthalten nothwendig eine weit größere Granalienmenge.

Diese Reactionen sind etwas von denen verschieden, welche bei der allgemeinen Auseinandersetzung der Zugutemachung der Kupfererze in Schachtöfen dargelegt worden sind. Es ist jedenfalls sehr zweckmäßig, sie in Erinnerung zu bringen, um die Schwierigkeiten des Schwarzkupferschmelzens im Mansfeldschen besser zu begreifen. Es sind diese Schwierigkeiten weit größer als in den Hütten, welche kiesige Erze zu Gute machen, da man keine Prozesse hat, bei denen man die reichen Schlacken mit durchsetzen könnte.

Man muß arme Schlacken und zu gleicher Zeit sehr reines Schwarzkupfer darstellen; indem man ein gänzlich oxydirtes kupferhaltiges Product verschmilzt.

Veränderungen, selbst geringer Art in der im untern Theil des Ofens entwickelten Hitze, in dem Reductionsvermögen über der Form, veranlassen sehr ungünstige Resultate, d. h. zu eisenhaltiges Schwarzkupfer, oder zu kupferreiche Schlacken, um abgesetzt werden zu können.

Mag der Schmelzmeister auch noch so tüchtig und intelligent sein, so sind Betriebsschwankungen doch gar nicht zu vermeiden; das zu eisenhaltige Kupfer muß beim Gaarmachen mit einer größern oder geringern Menge reinem Kupfer mit einem etwas überschüssigen Schwefelgehalt gaar gemacht werden. Die reichen Schlacken müssen am Ende der Campagne mit Zuschlag von Schwefelkies verschmolzen werden. Man gewinnt daraus eine gewisse Menge Schwarzkupfer (Krätz-Schwarzkupfer) und Stein und zu gleicher Zeit wird durch dieses Durchsetzen der Schlacken der Ofen von den Ansätzen gereinigt und auf diese Weise deren Kupfergehalt auch noch gewonnen. Der Zuschlag von Kiesel ist stets dann nothwendig, wenn die reichen Schlacken Kupferoxydul enthalten; dagegen ist er minder nothwendig, wenn der Kupfergehalt hauptsächlich von vielen beigemengten Körnern herrührt.

Normaler Betrieb. — Die Inbetriebsetzung des Ofens erfordert keine besondern Vorsichtsmaßregeln und wird mit Holzkohlen bewirkt. Sobald der Ofen trocken und hinreichend abgewärmt ist, setzt man Schlacken an der Formseite auf, läßt Wind ein und bildet die Nase. Sobald dieselben die erforderlichen Dimensionen erlangt hat, kann man Beschickung aufsetzen und die Holzkohle durch Kokes ersetzen. Nach und nach vermehrt man die Windmenge und erhöht das Verhältniß der Beschickung bis das der Ofen den normalen Gang erreicht hat, welches acht bis zehn Tage nach dem Anblasen der Fall ist. In diesem Moment kann man 7—8 Tonnen Beschickung in 24 Stunden durchsetzen und in der Minute 5—6 Kilogrm., d. h. 130—160 Cubikfuß kalte Luft bei einer Pressung 0,025 Met. Quecksilber in den Ofen führen; der Kokesverbrauch beträgt 1,35—1,45 Tonnen.

Man kann den Ofen gewöhnlich neun bis zehn Wochen in einem guten Betriebe erhalten, muß aber die Windmenge und das Verhältniß der Kokes in dem Maße steigern, als das Ofenfutter von den basischen Schlacken angegriffen und der leere Raum größer wird. Wenn die Schlacken an Flüssigkeit verlieren und der Kokesverbrauch zu bedeutend wird, so schreitet man zum Ausblasen. Ehe die Campagne beendigt wird, verschmelzt man, wie schon oben bemerkt, die reichen Schlacken, welche nicht zur Beschickung kamen.

Arbeiterpersonal. — Die Bedienung eines Ofens erfordert acht Arbeiter, Schmelzer und Vorläufer und zwei Tagelöhner. Die Schmelzer und die Vorläufer arbeiten in zwölfstündigen Schichten und wechseln auch wöchentlich mit den Tag- und Nachtschichten ab. Die schwerste Arbeit ist das Abstechen, welches viermal in 24 Stunden gemacht wird und wozu drei Arbeiter erforderlich sind.

Der ganze Betrieb wird von einem Aufseher oder Meister geleitet, der 1200 Frcs. jährlich an Löhnung erhält; die Arbeiter können 1,50 bis 2,50 Frcs., d. h. durchschnittlich 2 Frcs. in der Schicht verdienen.

Producte. — Der Prozeß giebt drei Hauptproducte: Schlacken, Stein und Schwarzkupfer.

Die Schlacken enthalten nur 35 Proc. Kieselerde und selten mehr als 1 Proc. Kupferoxydul; sie sind während des größtentheils der Campagne sehr flüssig und enthalten die Kupferkörner in sehr veränderlichen Verhältnissen. Alle Schlacken werden mit Fäusteln zerschlagen, sowohl die durch die Spuren frei abfließenden, als auch die, welche aus dem Spurtiegel von dem Stein abgehoben werden. Man behält alle die zurück, welche nur irgend einen Kupfergehalt zeigen; ein Theil wird in die Beschickung gebracht, der andere dagegen für das Ende der Campagne aufbewahrt. Es ist schwierig, den wirklichen Gehalt der abgesetzten Schlacken zu bestimmen, jedoch glauben wir annehmen zu dürfen, daß er nicht weniger als 2 Proc. beträgt.

Man erhält gewöhnlich nur sehr wenig Dünnstein, etwa 80 bis 100 Kilogrm. in 24 Stunden; sein Vorkommen ist eine wesentliche Bedingung der relativen Kupferarmuth der Schlacken und der Reinheit des Schwarzkupfers. Der Meister erkennt an der Menge des bei jedem Abstich gewonnenen Steins die Veränderungen, welche bei dem Aufnehmen der Gichten vorgenommen werden müssen; er vermehrt oder vermindert das Verhältniß der schmelzhaltigen Substanzen, je nach der geringern oder größern Steinmenge. Gewöhnlich enthält er 64—65 Proc. Kupfer und geht ganz in die Beschickung ein.

Das Schwarzkupfer wird in Scheiben aus den Spurtiegeln abgehoben; es ist im Allgemeinen sehr rein und hält gewöhnlich mehr als 92 Proc. Kupfer.

Haushaltsverhältnisse. — Als Beispiel sollen die Kosten, so wie auch die Betriebsresultate eines Schwarzkupferschmelzens von 63 Tagen, welches als gut verlaufend angesehen werden muß, angenommen werden. Man hat während dieser Zeit verschmolzen: 335 Tonnen kupferhaltige Rückstände mit 33,50 Tonnen Thon, 30 Tonnen Quarzsand, 16 Tonnen Kies oder Gyps. Man hat dabei 3,55 Tonnen Holzkohlen zum Abwärmen und Anblasen und 91 Tonnen Kokes verbrannt.

Man hat 172 Tonnen Schwarzkupfer erzeugt, welche etwa 0,94 Gaarkupfer, d. h. 162 Tonnen enthalten.

Zu der Zugutemachung aller Rückstände in neun Campagnen haben zwei Oefen ausgereicht; man hat 1500 Tonnen Schwarzkupfer mit durchschnittlich 94 Proc. Gaarkupfer, d. h. also 1410 Tonnen Gaarkupfer erzeugt, während die der Extraction unterworfenen Steine 1347,65 Tonnen enthielten. Dieser Unterschied rührt von den Gaarschlacken her, welche beim Schwarzkupferschmelzen zugeschlagen worden sind. Den Kupfergehalt der abgesetzten Schlacken kann man annähernd zu 68 Tonnen annehmen.

In der als Beispiel angenommenen Campagne waren die Specialkosten nachstehende:

Holzkohlen, 3,35 Tonnen à 42 Frcs. . . .	140,70	Frcs.
Kokes, 91,00 Tonnen à 58 Frcs.	5278,00	„
Zuschlag, 63,50 Tonnen à 20 Frcs. . . .	1270,00	„
Schwefelhaltige Substanzen, 16,00 T. à 30 Frcs.	480,00	„
Arbeitslöhne, 694 Schichten	1476,00	„
Gezähe, Reparaturen, diverse Kosten	900,00	„
Summa	9544,70	Frcs.

Auf die Tonne der zur Extraction gekommenen Steine oder auf 1 Tonne kupferhaltige Rückstände kommen daher nachstehende Specialkosten.

Holzkohlen, 0,010 Tonnen	0,420 Frcs.
Kokes, 0,268 Tonnen	15,544 „
Zuschläge, 0,190 Tonnen	3,800 „
Schwefelhaltige Substanzen, 0,047 Tonnen . .	1,410 „
Arbeitslöhne, 2,071 Schichten	4,400 „
Gezähe, Reparaturen, diverse Kosten	2,686 „
Summa	28,260 Frcs.

Producirtes Schwarzkupfer 0,514 Tonnen mit einem Gaarkupfergehalt von 0,484 Tonnen.

Es betragen demnach die Specialkosten auf 1 Tonne Erz:

Holzkohlen, 0,00089 Tonnen	0,037 Frcs.
Kokes, 0,0238 Tonnen	1,380 „
Zuschläge, 0,0169 Tonnen	0,338 „
Schwefelhaltige Substanzen, 0,0042 Tonnen . .	0,126 „
Arbeitslöhne, 0,184 Schichten	0,392 „
Gezähe, Reparaturen, diverse Kosten	0,239 „
Summa	2,512 Frcs.

Ausbringen an Schwarzkupfer 0,0458 Tonnen, an Gaarkupfer 0,0430 Tonnen.

Ueber das Schwarzmachen oder Schwarzkupferschmelzen wollen wir noch Betriebsresultate von mehren Jahren mittheilen:

Im Jahre 1853 (Preuß. Zeitschr. II. A. 319.) gelangten zum Schwarzmachen 44,000 Ctr. entsilberte Rückstände und 1261 Ctr. Dünnstein, die mit einem Zuschlage von 0,464 Ctr. Quarz, 0,066 Ctr. Flußspath und 0,032 Ctr. Gyps bei einem Brennstoffaufwande von 0,782 Tonnen Holzkohlen und 14,110 Tonnen Kokes auf je 100 Ctr. Schmelzgut durchgesetzt wurden. Es fielen dabei 26,974 Ctr. Schwarzkupfer und 1018 Ctr. Dünnstein. Das Ausbringen an Schwarzkupfer betrug 61,30 Proc. Der Dünnstein wird geröstet und beim Schwarzmachen wieder mit aufgegeben.

Betriebsjahr 1854. (Preuß. Zeitschr. III. A. 230.) Die zum Kneten der Rückstände aufgehende Thonmasse beträgt 7,68 Proc. Im Ganzen verschmolz man 42,800 Ctr. entsilberten Kupferstein, 1660 Ctr. Dünnstein und 423 Ctr. Spurstein (von der Verarbeitung Straßberger Kupfererze, auf die wir noch zurückkommen) und erhielt daraus 26,896 Ctr. Schwarzkupfer und 1548 Ctr. Dünnstein. Das Ausbringen an Schwarzkupfer war also 62,458 Ctr. aus 100 Ctr. Auf diese 100 Ctr. wurden 0,023 Ctr. Flußspath und 0,039 Ctr. Gyps zugeschlagen und an Brennstoff 0,749 Tonnen Holzkohlen und 14,739 Tonnen Kokes verbraucht.

Im Betriebsjahr 1857 (Preuß. Zeitschr. VI. A. 231.) wurden 0,076 Ctr. Flußspath zugesetzt und 61,5 Proc. Schwarzkupfer ausgebracht.

c'. — Das Gaarmachen des Schwarzkupfers. — Der größte Theil der Schwarzkupferproduction wird in kleinen Herden auf der alten Saigerhütte, jetzigen Gaarhütte bei Hettstädt, gaar gemacht, indem raffinirtes Kupfer im Flammofen nur auf Bestellung dargestellt wird. Das beim Gaarmachen im kleinen [illegible] ...te Verfahren ist das gewöhnliche, schon

wiederholt beschriebene und wir brauchen uns dabei nicht weiter aufzuhalten, wogegen nur die wichtigsten Zahlen angegeben werden sollen

Man bearbeitet etwa 260 Kilogrm. Schwarzkupfer auf einmal und es dauert der Prozeß fast regelmäßig 4½ Stunden; man erhält fast 83 Proc. Rosettenkupfer und 16—17 Proc. Krätz oder reiche Schlacken, welche nach der Gottesbelohnungshütte transportirt und beim Schwarzkupferschmelzen zugeschlagen werden.

Da man nur bei Tageslicht arbeiten kann, so macht man in jedem Herde täglich im Sommer drei und im Winter zwei Prozesse; an Sonn- und Festtagen wird die Arbeit stets unterbrochen.

Mit einem Herde können im Jahre 190 Tonnen Schwarzkupfer gaar gemacht werden, so daß zum Gaarmachen einer Jahresproduction von 15,00 Tonnen Schwarzkupfer, wie 1850, acht kleine Gaarherde erforderlich sind.

Die Gaarhütte beschäftigt unter Aufsicht eines Meisters 18 Arbeiter. Sie hat in dem Jahr 1268 Tonnen Holzkohlen; Gestübbe, Gezähe und Reparaturen haben 7555 Frcs. gekostet.

Die Specialkosten für das Gaarmachen von 1500 Tonnen Schwarzkupfer waren die folgenden:

Holzkohlen, 1268 Tonnen à 42 Frcs. . . .	53,256,00 Frcs.
Arbeitslöhne, 5565 Schichten à 2,50 Frcs. im Durchschnitt	13,912,50 „
Gestübbe, Gezähe, Reparaturen, diverse Kosten	8,250,00 „
Summa	75,418,50 Frcs.

Die Production an Gaarkupfer in Rosetten betrug 1245 Tonnen. Auf 1 Tonne Schwarzkupfer sind die Specialkosten die folgenden:

Holzkohlen, 0,830 Tonnen	35,700 Frcs.
Arbeitslöhne, 3,71 Schichten	9,275 „
Gestübbe, Gezähe, Reparaturen, diverse Kosten .	5,500 „
Summa	50,475 Frcs.

Man hat aus 1 Tonne Schwarzkupfer 8,83 Tonnen Gaarkupfer dargestellt.

Um die Kosten auf die Tonne der kupferhaltigen Rückstände und auf die Tonne Erz zurückzuführen, muß man die obigen Zahlen mit den Coefficienten 0,514 und 0,0458 multipliciren.

Holzkohlen,	0,437 T. . .	18,354 Frcs. . .	0,0389 T. . .	1,634 Frcs.
Arbeitslöhne,	0,907 Sch. .	4,776 „ . .	0,170 Sch. . .	0,425 „
Diverse Kosten		2,827 „		0,251 „
	Summa	25,948 Frcs.	Summa	2,310 Frcs.
Kupferproduction		0,4276 T.		0,0380 T.

c''. — Das Raffiniren des Schwarzkupfers im Flammofen*). — Weil es im Mansfeldschen an guten Steinkohlen zu mäßigen

*) Zusätze des Bearbeiters aus Kerl's Hüttenkunde, II, S. 265. Die Quelle ist ein Aufsatz des französ. Bergingenieurs Lan in den Annal. des Mines, 4. Reihe, Bd. 20, S. 597 und daraus: Berg- u. hüttenm. Zeitung, 1852, Nr. 25 rc. Hier sind auch die Flammöfen auf Taf. IV, Fig. 14—16 abgebildet. H

Preisen fehlt, so hat man st... Flammöfen mit directer Feuerung zwei Gasflammöfen vorge... zur Ext...en der eine mit einem besondern Holzkohlengasgenerator u. Rückstän Gebläsevorrichtung versehen ist, während der zweite ein Zugflamm... mit Esse, einen tief gelegenen Rost hat, wodurch er ebenfalls zu einem Ofen mit Gasfeuerung wird. Unreineres Kupfer wird im erstern Apparat wegen der kräftigern Einwirkung der Gebläseluft raffinirt, während der letztere Apparat einfacher und regelmäßiger zu leiten ist. Der Herd des l...tern hat eine fast eirunde Form, von der Feuerbrücke bis zur Arbeit...eite 8 Fuß 2 Zoll Länge und in 3 Fuß 2 Zoll Entfernung von der ...euerbrücke seine größte Breite von 7 Fuß 3 Zoll.

Man setzt in di...e Oefen Posten von 75 bis 90 Ctr. Schwarzkupfer ein, welche um langsamer eingeschmolzen werden, je unreiner dasselbe ist. Nach 6—7½ Stunden ist dieß geschaffen, worauf man das Schmelzgut wiederholt aufkrückt und durch Zuführung von mehr Luft eine Verschlackung der Unreinigkeiten herbeiführt. In dieser 3—5 Stunden dauernden Periode zieht man fortwährend Schlacken und läßt dann, um den Schwefel zu entfernen, ein 3—4stündiges Braten eintreten.

Man schreitet nun zum Dichtpolen, um den das Steigen des Kupfers veranlassenden Schwefel zu entfernen, indem man das Metallbad mit frischen Birkenstangen umrührt, während die Schlacken wiederholt abgezogen werden, was 1—3 Stunden dauern kann.

Endlich folgt das Zähepolen, die Reduction des noch vorhandenen Kupferoxyduls durch Polen bei Bedeckung des Metallbades mit Holzkohlen. Dabei werden von Minute zu Minute Schöpfproben bis zur eintretenden Gaare genommen und darauf das Kupfer bei einer gewissen Temperatur möglichst rasch in eiserne Formen gegossen. Während dieser Operation werden fortwährend Proben genommen und sobald sich ein Kupferoxydulgehalt zeigt, beginnt man wieder mit den Polen.

Das Ausschöpfen dauert 1½ bis 2¼ Stunden und die ganze Operation durchschnittlich 20 Stunden.

Vergleichung des Raffinirens im Flammofen und des Gaarmachens im kleinen Herd. — Beim Raffiniren im Flammofen beträgt:

a) Das Kupferausbringen 88—90 Proc. (beim Raffiniren selbst 79—81 Proc., aus den Krätzen 9—10 Proc.), beim Gaarmachen im kleinen Herde dagegen 92 Proc. (beim Gaarmachen 86 Proc., aus den Krätzen 6 Proc.)

b) Der Materialverbrauch beim Raffiniren auf 1 Ctr. producirtes hammergaares Kupfer 1,047 Tonnen (à 7¼ Cubikfuß) Holzkohlen, beim gewöhnlichen Gaarmachen auf 1 Ctr. Gaarkupfer 1,302 Tonnen Holzkohlen.

c) Der Zeitaufwand zur Darstellung von 2½ Ctr. Raffinirkupfer eine Stunde, zur Erzeugung von 1 Ctr. Gaarkupfer im kleinen Herde eine Stunde.

d) Die Kosten des Raffinirens im Zuggasofen sind wegen der größern Einsätze etwas geringer, als die im Gebläsegasofen, dagegen beide nicht unbedeutend geringer als im kleinen Herde, so daß dadurch neben einer bessern Beschaffenheit des Productes das etwas geringere Kupferausbringen reichlich aufgewogen wird.



Im Jahre 1854 (Preuß. Zeitschr. [illegible] 230.) gelangten unter Zuhülfenahme der Bestände 27,474 Ctr. Schwa[illegible]gegeben [illegible] woraus

auf den Gaarherden	21,491 Ctr. Gaarkupfer	[illegible]	[illegible]39 Ctr. Raffinade,
in den Flammöfen	— " "	"	[illegible]126 " "
bereitet wurden; dazu vom			
Haldenschlackenschmelzen	40 " "	"	— " "

Giebt zusammen 25,696 Ctr. gaares und raffinirtes Kupfer.

Die drei vorhandenen Doppelgaarherde waren, mit Ausnahme der gehörigen Säuberzeit, fast das ganze Jahr im Betriebe. Man brauchte auf derselben beim gewöhnlichen Gaarmachen 0,80 Tonnen und beim Raffiniren des Krätzschwarzkupfers 0,91 Tonnen reiche Holzkohlen; das Ausbringen war 95,04 Proc. Gaarkupfer.

In den Flammöfen erforderte 1 Ctr. Raffinade aus gewöhnlichem Rückstands-Schwarzkupfer 0,59 Tonnen Kohlen; das Ausbringen war 92,88 Proc.

Auf der Gottesbelohnungshütte wurden 1854 noch folgende Nacharbeiten ausgeführt, über die wir aus der Preuß. Zeitschr. III. A. 230, Nachstehendes bemerken: Das Verschmelzen von Flugstaub verschiedenen Ursprungs, und von silberhaltigen Gypsschalen, zusammen 1210 Ctr., so wie von 450 Ctr. silberreichen Ofenbarnsteinen, hat unter Zuschlag von 140 Ctr. Flußspath, 270 Ctr. Gyps und bei einem Aufwande von 90 Tonnen Kohlen und 630 Tonnen Kokes statt gefunden und 670½ Ctr. Kupferstein geliefert.

Ferner wurden Straßberger Kupfererze unter Zuschlag von Schlacke und Flußspath bei Kokes auf Rohstein verschmolzen, wobei 405¾ Ctr. Erze 143 Ctr. des letztern Products gaben. Dieses wurde mit dem von gleicher Arbeit im Vorjahre gefallenen Steine in offenen Stadeln geröstet, dann auf Spurstein und endlich auf Schwarzkupfer zu Gute gemacht.

Das Haldenschlackenschmelzen auf der Saigerhütte gab 1854 (Preuß. Zeitschr. III. A. 230.) folgende Resultate. Es wurde von einem Schlackenhaufen aus dem Jahre 1804 aufgearbeitet, dessen Schlacke 8 bis 15 Pfd. Metall 1 Ctr. enthielt. Aus 247 Fudern Schlacken bekam man 327 Ctr. Blei und 40 Ctr. Kupfer. Als Zuschläge dienten 1,19 Ctr. Hammerschlag, 0,48 Ctr. Bohrspäne, 0,11 Ctr. Aschenknoten, 0,10 Ctr. Flußspath, und der Brennstoffaufwand betrug 2,5 Tonnen Holzkohlen und 2,5 Tonnen Kokes auf 1 Fuder.

Bei diesen Haushaltsverhältnissen der verschiedenen Prozesse sind die Transportkosten der Steine nach der Gottesbelohnungshütte und eben so wenig die Transportkosten für das Schwarzkupfer und die Gaarkosten von dieser Hütte nach der Saigerhütte, ganz unberücksichtigt gelassen. Es war dieß erforderlich, um die von den Prozessen selbst veranlaßten Specialkosten von denjenigen Ausgaben zu trennen, welche eine Folge des eigenthümlichen Hüttenhaushaltes im Mansfeldschen sind. Der Verfasser kann weder hierüber, noch über die Bergbau-, die General- und Verwaltungskosten auch nur annähernde Zahlen mittheilen. Der Bearbeiter hat diese Kosten in Beziehung auf das Jahr 1858 weiter unten summarisch mitgetheilt.

Resumé der Specialkosten. — Der Verfasser mußte sich auf die vorstehende Auseinandersetzung beschränken und er wird nun die [illegible]gutemachungskosten der Erze auf Silber und Kupfer, für die drei K[illegible]

von Erzen, gewöhnliche, strengflüssige und unreine, die er bei der Entwicklung des Mansfeldschen Hüttenbetriebes unterschieden hat, resumiren.

Es wird in diesem Resumé angenommen, daß die Silberextraction durch die Ziervogel'sche Wasserlaugerei bewirkt wird und es werden die verschiedenen Kupfergehalte der in den verschiedenen Hütten producirten Stein berücksichtigt, welches bis jetzt noch nicht geschehen ist, um die Beschreibung der Hüttenprozesse nicht unnöthig zu compliciren. Die Schwankungen des Kupfer= und des Silbergehalts, welche die verschiedenen Steinsorten zeigen, haben durchaus keinen wesentlichen Einfluß auf die Specialkosten der Extraction auf die Tonne Stein zurückgeführt; dagegen aber ist ihr Einfluß wohl zu berücksichtigen, wenn man die Kosten auf die Tonne Erz zurückführen will.

Gewöhnliche Erze.

Arbeitslöhne, 1,759 Schichten	4,262	Frcs.
Holz, 0,179 Tonnen	2,687	„
Holzkohlen, 0,1034 Tonnen	4,343	„
Kokes, 0,1498 Tonnen	8,688	„
Zuschläge, 0,0987 Tonnen	1,571	„
Diverse Kosten, Gezähe, Reparaturen	1,256	„
Pochen, Mahlen, Feinbrennen des Silbers . .	0,582	„
Summa	23,389	Frcs.

Producte:
Silber, 0,2668 Kilogrm.
Kupfer, 0,415 Tonnen.

Metallverlust bei der Zugutemachung, nach den Erzproben:
Silber, 23,20 Grm., d. h. 8 Proc. des Silbergehalts.
Kupfer, 5,50 Kilogrm., d. h. 11,7 Proc. des Kupfergehalts.

Strengflüssige Erze.

Arbeitslöhne, 1,8696 Schichten	3,947	Frcs.
Holz, 0,1426 Tonnen	2,149	„
Holzkohlen, 0,3850 Tonnen	16,170	„
Kokes, 0,0161 Tonnen	0,933	„
Zuschläge, 0,3972	5,710	„
Diverse Kosten	1,031	„
Pochen, Mahlen, Feinbrennen	0,349	„
Summa	30,289	Frcs.

Producte:
Silber, 0,066 Kilogrm.
Kupfer, 0,0265 Tonnen.

Metallverluste bei der Zugutemachung und nach den Proben:
Silber, 0.
[illegible]30 Kilogrm., d. h. etwa 11,7 Proc. des Kupfergehalts.

Unreine Erze.

Arbeitslöhne, 2,377 Schichten	4,991	Frcs.
Holz, 0,1585 Tonnen	2,359	„
Holzkohlen, 0,0385 Tonnen	1,622	„
Kokes, 0,2003 Tonnen	11,613	„
Zuschläge, 0,5656 Tonnen	1,044	„
Diverse Kosten	2,270	„
Pochen, Mahlen, Feinbrennen	0,384	„
Summa	24,283	Frcs.

Producte:
Silber, 0,1196 Kilogrm.
Kupfer, 0,0290 Tonnen.

Metallverluste nach den Proben:
Silber, 20,4 Grm., d. h. 8 Proc. von dem Silbergehalt der Erze.
Kupfer, 4,00 Kilogrm. d. h. 12 Proc. vom dem Kupfergehalt.

Die hier angegebenen Metallverluste sind unter folgenden Annahmen berechnet: das Rohschmelzen und die Silberextraction haben fast gleichen Kupferverlust bei allen Erzen; bei dem Schwarzkupferschmelzen und dem Gaarmachen aber ist der Kupferverlust für die verschiedenen Erzklassen wesentlich proportional der Menge des producirten Steins.

In Beziehung auf den Silberverlust ist angenommen, daß der Verlust bei der Extraction durch die Ziervogel'sche Wasserlaugerei 8 Proc. von dem durch die Proben angegebenen Silbergehalt betragen. Diese Zahl wurde durch die Versuche im Jahre 1850 erlangt, der Verfasser ist aber nicht der Meinung, daß er stets so gering sei. Wenn die Röstung und die Auslaugung nicht mit der größten Sorgfalt ausgeführt werden; sobald die Steine Arsen enthalten, so wird der Verlust größer und muß 10 Proc. erreichen, ja selbst übersteigen. Es wird übrigens stets unmöglich bleiben, den wirklichen Silberverlust zu bestimmen, sobald man wenigstens kein sicheres Verfahren bei den Proben gefunden hat. Man kennt den wirklichen Silbergehalt der Erze nicht genau; eben so haben die mit den Steinen aus strengflüssigen Erzen angestellten Proben einen größern Silbergehalt angegeben, als die Erzproben selbst, so daß die Differenz der Verluste bei der Extraction ausgeglichen hat.

Die 32,711 Tonnen Erze, die im Jahre 1850 nach den Hütten gefördert worden sind, haben gegeben:
Kupfer, 1245 Tonnen.
Silber, 6,527,267 Kilogrm.

Daher durchschnittlich auf die Tonne Erz:
Kupfer, 38 Kilogrm.
Silber, 191 Grm.

Eine Vergleichung der Specialkosten bei den Mansfelder Hütten, mit denen auf andern vorher beschriebenen Kupferhütten, läßt sich nicht anstellen, da die Verhältnisse gänzlich verschieden sind.

Die Mansfelder Hüttenprozesse umfassen zu gleicher Zeit die Zugutemachung des Kupfers und des Silbers, welches letztere auf den früher beschriebenen Hütten nicht gewonnen wird. Dennoch ist es zweckmäßig, die

Specialkosten nachzuweisen, welche die Zugutemachung armer Erze ohne Silbergehalt bei denselben Hüttenprozessen haben würden.

Wir wollen zu dem Ende die Hüttenkosten auf gewöhnliche Erze berechnen; hat man die Silberextraction nicht auszuführen, so müßte man die Reihe der Prozesse, die sich auf diesen Theil der Zugutemachung beziehen, durch eine Röstung in Stadeln und in fünf Feuern ersetzen, wodurch die fast vollständige Oxydation des Steins erlangt würde. Das Schwarzkupferschmelzen würde auf dieselbe Weise ausgeführt werden können, wie weiter oben angegeben, jedoch mit dem Unterschiede, daß keine schwefelhaltigen Zuschläge erforderlich wären.

Eine Röstung in Stadeln und in fünf Feuern würde auf die Tonne Stein folgende Kosten veranlassen:

Holzkohlen, 0,065 Tonnen à 42 Frcs. . . .	2,730	Frcs.
Holz, 0,100 Tonnen à 15 Frcs.	1,500	"
Arbeitslöhne, 1,30 Schichten à 2 Frcs. . . .	2,600	"
Summa	6,830	Frcs.

Diese Zahlen müssen mit den Coefficienten 0,10 multiplicirt werden, um die Röstkosten auf die Tonne Erz zurückzuführen.

Setzt man die auf diese Weise berechneten Kosten statt der Kosten für die Silberextraction und läßt bei dem Schwefelkupferschmelzen die kiesigen Zuschläge weg, so erhält man nachstehende Kosten für die gewöhnliche Zugutemachung auf Kupfer allein:

Arbeitslöhne, 1,645 Schichten	3,402	Frcs.
Holz, 0,059 Tonnen	0,885	"
Holzkohlen, 0,110 Tonnen	4,616	"
Kokes, 0,1498 Tonnen	8,688	"
Zuschläge, 0,094 Tonnen	1,430	"
Reparaturen, Gezähe, diverse Kosten	0,809	"
Summa	19,830	Frcs.

Die Tonne Erz würde 41—42 Kilogrm. Kupfer geben, deren Geldwerth 115—120 Frcs. betragen würde. Man hätte daher noch eine bedeutende Summe für Bergbau-, General- und Nebenkosten, die im Verlauf dieses Capitels nicht berücksichtigt worden sind.

Betriebs- und Haushalts-Verhältnisse der Mansfelder Hüttenwerke im Jahre 1858 *).

Von den gesammten Grubenrevieren wurden 18,570 Fuder 19 Ctr. Schiefer, Erze und Dachberge gefördert, deren Grubenkosten einschließlich der Stollnkosten 548,244 Thlr. 9 Sgr. 5 Pf. betrug.

Der Betrieb der Rohhütten wurde durch Wassermangel wesentlich beschränkt; es wurden daher bereits im Jahre 1858 mehre Hülfsdampfmaschinen aufgestellt, um die Gebläse bei Wassermangel betreiben zu

*) Nach [illegible] Arbeit im Bergwerksfreunde, Bd. XXII, S. 229 ꝛc. von dem Bear[illegible]

können und im Jahre 1859 werden in der neuen Eckartshütte bei Leimbach und bei dem neuen Hohofen der Oberhütte andere in Betrieb kommen.

Im Ganzen sind aus 14,726 Fuder 56 Ctr. Minern 78,621 Ctr. 87 Pfd. Rohstein dargestellt.

Die Spurarbeit, die von den Aufschlagewassern nicht abhängig ist, hat nicht allein den obigen Rohstein, sondern auch vorräthigen und abgerösteten verarbeitet; sie hat aus 87,563 Ctr. 79 Pfd. Rohstein 42,269 Ctr. Spurstein ausgebracht.

Die Entsilberungsanstalt, deren Triebkräfte durch eine Dampfmaschine verstärkt waren, um die Mühlen und Gebläse schwunghafter betreiben zu können, hat 40,625 Ctr. 77 Pfd. Spurstein entsilbert und daraus 12,837,119 Pfd. Feinsilber erzielt.

Durch das Verschmelzen von 42,200 Ctr. 85 Pfd. Rückständen wurden 28,007 Ctr. Schwarzkupfer ausgebracht, wovon 27,468 Ctr. 84 Pfd. der Gaararbeit übergeben und daraus

18016 Ctr.	3 Pfd.	ordinäres	Mansfelder Gaarkupfer,	
2157 „	86 „	„	Sangerhäuser	„
5311 „	72 „	raffinirtes Gaarkupfer.		
25985 Ctr.	61 Pfd.	verkäufliches Kupfer gewonnen worden sind.		

Sämmtliche Rohhütten und Entsilberungs-Anstalten verbrauchten: 30684¼ Tonnen Holzkohlen, 10327½ Tonnen Kokes, 11125 Tonnen Steinkohlen, 30967½ Schock Wellholz, 54829,86 Ctr. Flußspath.

Die summarischen Geldausgaben sämmtlicher Hütten, einschließlich Grubenkosten und Schmelzmaterialien, sind nach den Uebersichten pro 1858:

Betriebsausgaben sämmtlicher Rohhütten und Entsilberungs-Anstalten . . .	921651 Thlr.	7 Sgr.	11 Pf.
General- und Handelskosten, Abgaben ꝛc.	162464 „	8 „	11 „
Summa	1,084115 Thlr.	16 Sgr.	10 Pf.

Die Geldwerthe der Schluß 1858 vorhandenen Naturalien-, Materialien- und Producten-Bestände betragen nach den Uebersichten:

Bei sämmtlichen Rohhütten, der Entsilberungs-Anstalt, der Gaarhütte, der Kohlenfactorei ꝛc.	1,034,231 Thlr.	17 Sgr.	— Pf.
Bei der Metallhandlung	266,203 „	3 „	11 „
Summa	1,300,434 Thlr.	20 Sgr.	11 Pf.

Im Jahre 1858 sind verkauft worden:

6,150 Ctr. 56 Pfd. raffinirtes Mansfelder Gaarkupfer,				
12,632 „ 90 „ ordinäres „ „				
991 „ 34 „ Sangerhäuser Gaarkupfer,				
266 „ 90 „ in entsilbertem Kupferstein.				
20,071 Ctr. 70 Pfd. Kupfer	in Summa für	776,886	Thlr.	22½ Sgr.
13,385,155 Pfd. Feinsilber	„ „ „	399,125	„	22 „
254 Ctr. 7 Pfd. Cypervitriol	„ „ „	3,473	„	14 „
171 Ctr. 18 Pfd. Blei	„ „ „	1,073	„	10 „
13,550 Zollpfund Nickelspeise	„ „ „	6,366	„	10 „
23 Loth Vanadin	„ „ „	69	„	— „
	Summa	1,186,994	Thlr.	18¼ Sgr.

Arbeiterpersonal, deren Angehörige und Unterstützte auf sämmtlichen Werken, 1858.

Bergarbeiter		3697
Rohhüttenarbeiter	353	
Entsilberungshüttenarbeiter	204	
Maschinenwerkstattsarbeiter ꝛc.	122	
Köhler und Waldarbeiter	116	795
Angehörige		7690
Hülfsbedürftigte		165
Unterstützte		1210
	Summa	13557.

Sechstes Capitel.

Die Schwarzkupfer-Amalgamation.

Die silberhaltigen Kupfererze werden nicht überall auf dieselbe Weise zu Gute gemacht, wie im Mansfeld'schen und zu Freiberg.

Am Ober= und Unterharz gewinnt man das Silber aus dem Kupfer durch einen sehr alten Hüttenprozeß, die Saigerung. In Ungarn unterwirft man die Erze wiederholten Schmelzprozessen und bei jedem läßt man Blei einwirken, um den nach und nach erfolgenden Steinen einen Theil des Silbers und des Goldes zu entziehen. Im Banat und zu Schmöttnitz in Ungarn gewinnt man das Silber durch die Amalgamation aus dem Schwarzkupfer.

Es erscheint aber nicht zweckmäßig, alle diese Prozesse hier zu beschreiben. Die am Harz übliche ist ein Theil von einer Reihe sehr verwickelter Hüttenprozesse, die zur Zugutemachung von hauptsächlich silberhaltigen Bleiglanzen dienen. Die Gewinnung des Silbers aus dem Kupferstein bildet nur eine Ergänzung zu diesen Prozessen. Dieselben werden, wie alle Harzer Hüttenprozesse, im 2ten Bande des Werkes beschrieben werden.

Das Verfahren bei der Entsilberung des Kupfersteins durch Einwirkung des Bleies, wie es in mehreren Hütten Ungarns angewendet wird, ist sehr speciell von dem Verfasser dieses Werkes im Verein mit dem Bergingenieur Duchanoy in den Annales des Mines, 5. Reihe, Bd. III (1853), S. 63 und 213 2c. und daraus in der Berg= und Hüttenm. Zeitung, 1853, S. 591 und 1854, S. 25, so wie auch in den Jahrb. der geologischen Reichanstalt, 1853, S. 568 2c. beschrieben. Da sich die chemischen Reactionen nicht auf solche beziehen, die jetzt bei der Zugutemachung der Kupfererze benutzt werden können, so würde es zwecklos sein, sie hier auseinandersetzen zu wollen.

Die Schwarzkupfer=Amalgamation im Banat ist aber ein merkwürdiger Prozeß und es ist von Interesse, ihn mit den vollkommenern Prozessen von Augustin und Ziervogel zu vergleichen, die ihn in einer nicht fernen Zeit ersetzen werden, sobald die Zugutemachung der Erze selbst eine Umwandlung erfahren hat. Der Verfasser hält daher eine Beschreibung dieses Amalgamations=Verfahrens für zweckmäßig, indem er die Kupferhüttenprozesse zur Gewinnung des Schwarzkupfers nur ganz kurz beschreibt.

des Röstens in Stadeln gebildete Oxyd zu reduciren. Die über der Form, durch die Schmelzung der aufgegebenen Schlacken gebildeten Silicate enthalten nur sehr wenig Kupferoxydul. Die Schlacken können vor ihrem Austritt aus dem Tiegel, ohne irgend einen wesentlichen Schwefelverlust, möglichst gereinigt werden; man findet in dem Stein fast allen Schwefel wieder, der in den beiden Feuern der ersten Röstung in Stadeln entgangen war. Diese, für das Gelingen der Zugutemachung sehr wesentliche Schonung des Schwefels erfordert, daß man der Beschickung keine reichen Schlacken, die Kupferoxydul enthalten, zuschlägt.

Das zweite Steinschmelzen dient zur Fortschaffung eines Theiles von dem Arsen und Antimon, welche in dem gerösteten Stein als Arseniate und Antimoniate vorkommen. Es ist dieß ein wirkliches Reinigungsschmelzen, dessen Wirkung durch den Grad des Fortschreitens des ersten Röstens in Stadeln beschränkt wird.

Man erhält ebenfalls zwei Producte: einen hinlänglich reichen Stein, mit 35 bis 36 Proc. Kupfergehalt, der noch viel Arsen und Antimon, aber wesentlich weniger Eisen und Schwefel enthält, als die erstere. Eine basische Schlacke, deren herrschende Basis Eisenoxydul ist, die aber eine kaum wahrnehmbare Menge von Kupferoxydul und einige Steinkörner enthält. Diese Schlacke muß mit Fäusteln zerschlagen und es müssen alle Steinkörner enthaltende Stücke zum Concentrationsschmelzen zurückgebracht werden.

4) Der zweite Stein wird in Stadeln, in drei Feuern geröstet; die Oxydation ist aber auch nur partiell; man darf sie nicht so weit treiben, als dieß für die fast vollständige Verflüchtigung des Arsens und Antimons erforderlich sein würde. Man wird durch die Bedingung, in dem Röstproduct eine hinlänglich große Schwefelmenge zur Reinigung der Schlacke und zur Bildung eines nicht ausschließlich arsen- und antimonhaltigen Schwarzkupfers zu lassen, beschränkt.

5) Der geröstete Stein wird mit kieseligen Schlacken vom Concentrationsschmelzen, welche nur Kupfer in Granalien enthalten, im Krummofen verschmolzen. Man vermeidet es, bei diesem Prozeß reiche Schlacken, welche nur Kupferoxydul enthalten, zuzuschlagen.

Die Reactionen sind dieselben, wie bei dem zweiten Schmelzen; das in dem gerösteten Stein enthaltene Kupferoxyd wird fast vollständig durch die Gase reducirt, ehe die zugeschlagenen Schlacken reich werden. Die sich über der Form bildenden Silicate enthalten nur etwas Kupferoxydul, und es wird durch die Abscheidung desselben den endlichen Producten nur wenig Schwefel entzogen. Die in dem gerösteten Stein enthaltenen Arseniate und Antimoniate werden reducirt und entwickeln einen Theil des Arsens und Antimons; allein diese sehr nützliche Reaction ist durch die unvollkommene Steinröstung beschränkt.

Man erhält drei Producte: Schwarzkupfer, Stein und Schlacke.

Das Schwarzkupfer enthält nur 70 Proc. Kupfer, es enthält viel Arsen und Antimon, etwas Eisen und Schwefel, so wie fast den ganzen Silbergehalt der Erze.

Der Stein enthält 60 bis 65 Proc [illegible] etwas Schwefel, Eisen, Arsen und Antimon, so wie auch sehr [illegible] Er muß in Stadeln, in zwei Feuern geröstet [illegible] hickung zum Schwarzkupferschmelzen zugesch[illegible]

[illegible] chlacken [illegible] r [illegible] oxydul;

ihr Metallgehalt rührt hauptsächlich von den Schwarzkupfer= und Steinkörnern her, die ihr mechanisch beigemengt sind. Sie kommen ganz und gar zum Concentrationsschmelzen zurück.

Bei dieser Reihe von Prozessen kann nur ein Theil des Arsens und Antimons vertrieben werden, da man die Röstungen nicht vollständig benutzt. Zur Verbesserung des Verfahrens müßte man eine gewisse Menge reiner kiesiger Erze oder wenigstens arsenfreien Schwefelkies haben, den man den Beschickungen bei den successiven Schmelzungen zuschlagen könnte.

Mit diesen schwefelhaltigen Substanzen würde es möglich werden, die Zugutemachung mit einer Röstung zu beginnen und die beiden Röstungen des Steins bis zu fast vollständiger Oxydation aller Metalle zu treiben. Man würde sicher dahin gelangen, durch 6 Prozesse das Arsen und das Antimon fast gänzlich fortzuschaffen und das Kupfer, sowie das Silber in einen sehr reichen Stein zu concentriren, der auch hinreichend rein sein würde, um ihn der Kochsalz= oder Wasserlaugerei zu unterwerfen.

Beide Prozesse sind auf das bei dem jetzigen Verfahren producirte Schwarzkupfer, wegen des sehr bedeutenden Arsen= und Antimongehaltes, ganz unanwendbar.

Man würde daher die Schwarzkupfer=Amalgamation nicht eher durch vollkommenere und wohlfeilere Prozesse ersetzen können, als nachdem die Zugutemachung der Erze durch Einführung von arsenfreien Kiesen in die successiven Schmelzungen verändert worden wären. Im Jahre 1844 hat man 1056,40 Tonnen Erze zu Gute gemacht; man hat 51 Tonnen Schwarzkupfer producirt, welche 34,72 Tonnen Gaarkupfer und 88,97 Kilogrm. Silber enthalten; d. h. also auf die Tonne Schwarzkupfer 0,681 Tonnen Gaarkupfer und 1,740 Kilogrm. Silber. Die Kosten aller Art für die Zugutemachung haben sich auf 18021,18 Frcs., d. h. auf 16,85 Frcs. auf die Tonne Erz belaufen und daher auf 353,35 Frcs. auf die Schwarzkupfer.

Man hat auch das in anderen Hütten, die dem Staate gehören, außer der von Cziklova, die in demselben District liegen, gewonnene Schwarzkupfer durch die Amalgamation entsilbert; allein die Zugutemachungskosten und die erlangten Resultate sind in besonderen Rechnungen geführt. Es können daher hier nur die Prozesse beschrieben und die Specialkosten der Amalgamation mitgetheilt werden, wobei wir nur die 51 Tonnen Schwarzkupfer, die aus den 1056,40 Tonnen, welche zu Czìklova verschmolzen worden sind, berücksichtigen.

Schwarzkupfer=Amalgamation. — Die Silbergewinnung durch Amalgamation umfaßt die folgenden Prozesse:

1) Pochen und Mahlen des Schwarzkupfers unter einem Pochwerke und zwischen horizontalen Mühlsteinen.

2) Röstung und Chlorürung auf der Sohle eines Flammofens.

3) Amalgamation des Silbers in Fässern und Separation des silberhaltigen Quecksilbers.

4) Ausglühen des Amalgams und Schmelzung des Silbers.

Diese Reihe von Prozessen giebt nur zwei nutzbare Producte:

Silber und kupferhaltige Rückstände. Das erstere wird nach der Wiener Münze geschickt, die zweiten werden einer sehr verwickelten Zugutemachung unterworfen, deren Gang und Schwierigkeiten weiter unten angegeben werden soll.

1) Das Pochen und Mahlen. — Das, wie wir weiter oben gezeigt, sehr unreine Schwarzkupfer läßt sich in der gewöhnlichen Temperatur nicht zerkleinern, man muß es auf eine helle Rothglühhitze bringen, welches in einem kleinen Flammofen geschieht, alsdann der Einwirkung eines Pochwerks unterwerfen und die nicht gehörig getheilten Stücke wiederholt in den Ofen zurückbringen, indem dieselben sehr bald bis auf die dunkle Rothglühhitze abgekühlt werden.

Material. — Die Zerkleinerung ist weit verwickelter als bei dem Kupferstein; sie erfordert ein Pochwerk mit fünf Stempeln und einen Flammofen. Die Stempel bestehen aus Holz und haben einem aus hartem Gußeisen angefertigten Schuh; jeder armirte Stempel wiegt 350 Kilogrm.; der durch eine Welle mit Heblingen bewirkte Hub beträgt 0,20 Met. Die Pochsohle ist eine sehr dicke gußeiserne Platte; die Brust des Pochwerks ist offen und vor der Sohle befindet sich eine etwas geneigte gußeiserne Platte, auf welche die, von den Stempelschlägen zurückgeworfenen Schwarzkupferstücke niederfallen. Hinten und auf den kurzen Seiten ist der Pochtrog durch gußeiserne Platten verschlossen.

Der Flammofen wird mit Steinkohlen gefeuert; seine Dimensionen sind gering, haben aber gar keinen Einfluß, weshalb wir uns dabei auch nicht weiter aufhalten.

Die einzige wesentliche Bedingung, die der Ofen zu erfüllen hat, besteht darin, daß er leicht bis zur Kirschrothhitze gefeuert und auf derselben erhalten werden muß, indem er nie die etwas höhere Temperatur erlangen darf, in welcher das Schwarzkupfer schmilzt.

Er hat eine Seitenthür, durch welche die Arbeiter die Kupferstücke jeder Größe, die glühend gemacht werden sollen, leicht auf die Ofensohle einbringen und eben so leicht von der Sohle wegnehmen können. Die größeren Kupferstücke werden mit Zangen gehandhabt, die kleinern dagegen mit einer eisernen Schaufel.

Die Mühlsteine sind horizontal; der eine liegt fest, während sich der andere dreht; es hat jedoch ihre Vorrichtung durchaus nichts Eigenthümliches. Das Pochwerk ist im fortwährendem Betriebe, während die Mühle nur während der Tagesschicht umgeht.

Für diesen Theil des Betriebes sind fünf Arbeiter erforderlich, nämlich einer für die Mühle und vier für den Flammofen und das Pochwerk, von denen sich von zwei zu zwei in zwölfstündigen Schichten ablösen.

Das Pochen. — Das Schwarzkupfer kommt in Stäben, die etwa 10 bis 12 Kilogrm. wiegen, in den Flammofen und man setzt deren etwa ein Dutzend auf die Sohle. Sobald sie rothglühend gemacht worden sind, bringt man sie zum Pochwerk und schürt die auf die geneigte Platte gefallenen Stücke fortwährend wieder unter die Stempel. Sobald die Temperatur dieser Stücke unter die dunkle Rothglühhitze gesunken ist, bringt man sie in den Flammofen zurück. Die hinreichend zerkleinerten Theile gelangen auf ein Drahträtter mit Maschen von 0,0025 Met. im Quadrat; das Feine gelangt zur Mühle und das auf dem Rätter liegen gebliebene Grobe wird wieder zum Flammofen zurückgeschafft und kommt nochmals unter die Pochstempel.

Die beiden Arbeiter sind fortwährend mit dieser sehr sauren Arbeit beschäftigt, und der einer Schicht nicht mehr als ½ Tonne

Schwarzkupfer verpocht werden. Mit vier Menschen und in 24 Stunden läßt sich daher nur eine Tonne Schwarzkupfer zerpochen.

Das Mahlen. — Diese Arbeit wird trocken ausgeführt und ist nicht so schwierig als das Pochen. Der Arbeiter giebt das Siebfeine von dem Rätter in den Aufschütter und wirft das an dem Umfange der Mühle austretende Mehl in ein Beutelwerk; alles nicht vollkommen Feine geht zu der Mühle zurück.

In zehn Arbeitsstunden kann man leicht eine Tonne gepochtes Schwarzkupfer in feines Mehl verwandeln.

Bei diesen Prozessen sind die Metalle, der Schwefel und das Arsen des Schwarzkupfers zum Theil durch die Einwirkung des Flammofens, so wie durch die der Luft auf das rothglühend gemachte Metall oxydirt. Die Oxydation kann nur zweckmäßig sein, indem sie die Materialien für den folgenden Prozeß vorbereitet und indem sie einen Theil des Arsens und Antimons fortschafft. Sie könnte durch den Verlust von etwas Schwefel nachtheilig werden, allein da diese Substanz nur in geringer Menge in dem Schwarzkupfer vorkommt, so hat die Oxydation nur einen kleinen Einfluß auf denselben.

Haushaltsverhältnisse. — Das Pochen und Mahlen der 51 Tonnen Schwarzkupfer hat 51 Arbeitstage erfordert; man hat 61,20 Tonnen Steinkohlen verbrannt; die Abnutzung des Pochwerks und der Mühle hat 153 Frcs. Kosten veranlaßt. Die Specialkosten der Arbeit waren daher folgende:

Arbeitslöhne, 255 Schichten à 1 Frcs. . . .	255,00 Frcs.
Steinkohlen, 61,20 Tonnen à 6 Frcs. . . .	367,20 „
Reparaturen	153,00 „
Summa	775,20 Frcs.

Dieß beträgt daher auf die Tonne in Mehl verwandeltes Schwarzkupfer:

Arbeitslöhne, 5 Schichten à 1 Frcs.	5,00 Frcs.
Steinkohlen, 1,20 Tonnen à 6 Frcs.	7,20 „
Reparaturen	3,00 „
Summa	15,20 Frcs.

2) Röstung und Chlorürung. — Der zweite Prozeß wird in einem mit Steinkohlen gefeuerten Flammofen ausgeführt, dessen Einrichtungen und Dimensionen fast dieselben sind, wie die des zu Mansfeld zur Röstung des silberhaltigen Steins angewendeten. Er hat nur eine Herdsohle, über welcher Fluggestübbekammern angebracht sind; die obere Sohle ist nicht so zweckmäßig wie bei der Augustin'schen Entsilberung, weil man die Eisen- und Kupfersulfate vor der Chlorürung nicht zu zersetzen braucht. Das Kochsalz wird vorher in einem gußeisernen Kessel geschmolzen, in Pulver verwandelt und in luftdicht verschmolzene hölzerne Kästen aufbewahrt.

Der Betrieb. — Das Schwarzkupfer wird sehr genau mit 5 Proc. arsenfreiem Schwefelkies und 12 Proc. Kochsalz vermengt.

Eine Charge besteht aus:

Schwarzkupfer . . .	200 Kilogrm.
Schwefelkies	10 „
Kochsalz	24 „
Summa	234 Kilogrm.

Dieses Gemenge wird mit der Schaufel in den von dem vorigen Prozeß noch sehr heißen Ofen eingetragen und auf der Herdsohle sehr gleichförmig ausgezogen; man verschließt die Thür und läßt die Materialien auf Kosten der im Ofen angehäuften Wärme in Gluth gerathen. Man schürt erst dann Steinkohlen auf den Rost, wenn die eingetragenen Materialien und die Wände dunkelrothglühend sind. Man erhält diese Temperatur 7—8 Stunden lang fast constant, wobei man dahin sieht, daß die Flammen oxydirend einwirken können. Während dieser Zeit müssen die Arbeiter die auf dem Herde befindlichen Substanzen stets umkrahlen und wenden, so daß jedes Zusammenbacken vermieden, die Oberfläche erneuert und die Temperatur ausgeglichen wird.

Diese Arbeit bildet die erste Periode des Prozesses und man kann sie die oxydirende nennen. Man erkennt sie als beendigt, wenn man von mehrern Puncten des Herdes etwas Röstmehl wegnimmt und es in einem Mörser zerreibt; zeigen sich nun keine Metalltheilchen mehr, so ist die Oxydation vollständig.

Es beginnt nun die zweite Periode, die des Chlorürens.

Man erhöht die Temperatur nach und nach bis zur lebhaften Rothgluth und erhält sie auf diesem Puncte eine Stunde lang. Man sieht alsdann die Reaction als beendigt an, zieht die Materialien aus dem Ofen und läßt sie in einem blechernen Karren fallen, in welchem man sie zur Amalgamirwerkstatt schafft.

Man läßt die Ofenthür offen stehen, damit sich seine Temperatur etwas vermindert, führt eine neue Charge ein, welche auf dieselbe Weise verarbeitet wird.

Man kann nicht mehr als zwei Chargen in 24 Stunden machen, wobei zwei Röster und zwei Tagelöhner beschäftigt sind.

Allgemeine Betrachtungen. — Die Chlorürung des Schwarzkupfers ist völlig von der Arbeit bei der Augustin'schen Entsilberung verschieden. Das Salz wird zu Anfang der Röstung eingeführt. Die Oxydation wird weit langsamer bewirkt und in dem Product ist das Silber fast gänzlich in dem metallischen Zustande vorhanden.

Es wird zweckmäßig sein, bei den chemischen Reactionen, die bei der Röstung und Chlorürung in der Hütte zu Cziklova statt finden, etwas stehen zu bleiben; man wird alsdann weit leichter begreifen, aus welchen Gründen das Augustin'sche Verfahren auf die entwickelte Legirung, die man in dem Banat zu verarbeiten hat, nicht anzuwenden ist.

Das Schwarzkupfer enthält viel Arsen und Antimon und sehr wenig Eisen und Schwefel; es ist weit kupferreicher als der Mansfelder Stein. Während der wiederholten Glühungen, welche die Zerkleinerung erfordert, oxydiren sich die Metalle zum Theil, während eine geringe Menge von dem Schwefel, Arsen und Antimon sich verflüchtigt.

Während der ersten Periode des Prozesses, der Röstung, werden die auf der Herdsohle aufgetragenen Materialien einer Oxydation von nur geringer Wirksamkeit unterworfen und zwar in einer so geringen Temperatur, daß das Kochsalz nicht weich werden kann und fast ganz unthätig bleibt. Da der Flammofen mit Steinkohlen erheizt wird, die Luft auch erst dann auf den Herd kommt, nachdem sie durch den Rost geströmt ist, enthalten die Gase und die Flammen, welche die Röstung bewirken, nur noch sehr wenig freien Sauerstoff, wodurch der außerordentlich lange Zeitraum erklärt wird,

Genauigkeit bestimmt worden; man
..und 7 Proc. Silber schätzen können.
o müßten die chlorürten Materialien
Kilogrm. Silber enthalten.
..rn gesammelte Rauch würde zu gleicher
..pfer durch Amalgamation zu Gute ge=

..ne Schwarzkupfer waren demnach folgende:

..en	10,04	Frcs.
. . . .	15,06	„
. . . .	1,25	„
. . . .	4,20	„
diverse Kosten . . .	5,86	„
Summa	36,41	Frcs.

. — Dieser dritte Prozeß hat den Zweck, das
..ürten Schwarzkupfer enthaltene Silber mit dem
..d das Amalgam von den Rückständen abzuschei=
: Quecksilber auflöst.

vier hölzernen Tonnen, die sich um horizontale
..man kann denselben nach den verschiedenen Zeit=
..e verschiedene Rotationsgeschwindigkeit ertheilen.
r Tonne ist zu einfach, als daß eine besondere Be=
..rderlich wäre. Ein jedes derselben hat einen räum=
Litern; in der Mitte haben sie eine längliche vier=
. Wände in Form einer abgestumpften Pyramide in
..a sind. Diese Oeffnung kann während der Drehung
hölzernen Zapfen, der durch eine Druckschraube fest
..ht verschlossen werden.
Tonne entleert werden, oder will man das Quecksilber
..man den Verschluß durch einen Ansatz oder durch einen
..rsehenen Trichter.
: mit einem Zahnrade versehen, welches in ein Getriebe
..er Welle, die parallel mit der Linie der Fässer liegt und
Wasserrade bewegt, befestigt ist. Die Drehungsachse der
..er Art von einander abhängig, daß man eins derselben
..en, die übrigen aber darin lassen kann. Unter jedem Faß
..ölzernes Gerinne, durch welches das Wasser und die Rück=
..roßen Behälter ablaufen können. Die Gerinne haben eine
deren Boden einen entgegengesetzten Fall hat und in die=
..ird das Quecksilber aufgehalten, welches nicht vollständig
..n konnte.

..algamirbetrieb. — Man bringt in jedes Faß 672 Kil.
..hlorürtes Schwarzkupfer, eine hinreichende Menge warmes
. alle Materialien einen wenig flüssigen Brei bilden, und
Schwarzkupfer, welches in Kugeln von Nußgröße gegossen ist.
..t die Oeffnung und läßt das Faß eine halbe Stunde lang
..hwindigkeit von zwölf Umgängen in der Minute sich dre..
..man die Bewegung an, um 168 Kilogrm. Quecksilbe..

ten statt finden und es würde daher der Zuschlag von Schwefelkies noch erforderlich sein, nur würde man vielleicht etwas weniger davon gebrauchen.

Das erlangte Product ist wesentlich von dem durch das Augustin'sche Verfahren dargestellten Stein verschieden, und man wird leicht einsehen, daß dieses Verfahren durchaus nicht auf das sehr arsen- und antimonhaltige Schwarzkupfer des Banates anzuwenden sein würde.

Bei dem Augustin'schen Prozeß sucht man zuvörderst durch eine vollständige Oxydation Eisen-, Kupfer- und Silbersulfate darzustellen; darauf zersetzt man die Eisen- und Kupfersulfate fast gänzlich, während das Silbersulfat unberührt bleibt. Man läßt endlich das Kochsalz einwirken, um das Silbersulfat im Chlorür zu verwandeln, welches sich durch eine Kochsalzlösung auslaugen und durch metallisches Kupfer zersetzen läßt.

Um dieses Verfahren auf das Schwarzkupfer des Banates anzuwenden, müßte man es mit vielem Schwefelkies vermengen. Mit diesem Zusatz würde man zur Sulfatbildung gelangen, allein die Oxydation mit einem Ueberschuß von Luft würde viel Arseniate und Antimoniate erzeugen. Fast alles Silber würde in den Lauggefäßen als Arseniat und Antimoniat in dem Augenblick selbst gefällt werden, in welchen man das Chlorür in der Salzsohle auflösen wollte. Man würde nur sehr wenig Silber erlangen und die kupferhaltigen Rückstände würden fast alles Arsen und Antimon aus dem Schwarzkupfer enthalten; die Zugutemachung auf Kupfer würde ernstliche Schwierigkeiten darbieten.

Die Ziervogel'sche Wasserlaugerei würde aus ähnlichen Gründen eben so wenig anwendbar sein.

Das Vorkommen von Arsen und Antimon und die geringe Schwefelmenge von Schwarzkupfer sind Gründe, weshalb man in den Banater Hütten die Verbesserungen der Herren Augustin und Ziervogel bei der Silberextraction nicht benutzen kann.

Man würde daher die Amalgamation nur erst dann ersetzen können, nachdem das Verfahren bei der Zugutemachung der Erze direct verändert ist, und die beiden schädlichen Körper fast gänzlich entfernt worden sind. Wir haben schon bemerkt, daß man dieses Resultat leicht erlangen könnte, wenn man eine hinreichende Menge reinen Kupferkies oder arsenfreien Schwefelkies zur Hand hätte, um sie bei den successiven Schmelzungen zuzuschlagen. Man müßte alsdann nicht Schwarzkupfer, sondern einen sehr reichen Stein produciren, auf den man den einen oder den andern von den neuen Entsilberungsprozessen anwenden könnte.

Haushaltsverhältnisse. — Die Röstung und Chlorürung der 51 Tonnen Schwarzkupfer haben 128 Betriebstage und 512 Arbeiterschichten erfordert; es sind 128 Tonnen Steinkohlen verbrannt und 5,12 Tonnen Kochsalz, so wie 2,56 Tonnen Kiese verbraucht.

Die Specialkosten des Prozesses waren daher folgende:

Arbeitslöhne, 512 Schichten à 1 Frcs. . . .	512,00	Frcs.
Steinkohlen, 128 Tonnen à 6 Frcs.	768,00	„
Kiese, 2,56 Tonnen à 25 Frcs.	64,00	„
[illegible], 5,12 Tonnen à 35 Frcs.	189,20	„
Reparaturen und diverse Kosten . . .	300,00	„
Summa	1833,20	Frcs.

Der Metallverlust ist nicht mit Genauigkeit bestimmt worden; man wird ihn aber auf 3 Proc. Kupfer und 7 Proc. Silber schätzen können. Nimmt man diese Verhältnisse an, so müßten die chlorürten Materialien 33,68 Tonnen Kupfer und 82,513 Kilogrm. Silber enthalten.

Der in den Verdichtungskammern gesammelte Rauch würde zu gleicher Zeit mit dem chlorürten Schwarzkupfer durch Amalgamation zu Gute gemacht werden.

Die Specialkosten auf 1 Tonne Schwarzkupfer waren demnach folgende:

Arbeitslöhne, 10,04 Schichten	10,04	Frcs.
Steinkohlen, 2,51 Tonnen	15,06	„
Kiese, 0,05 Tonnen	1,25	„
Kochsalz, 0,12 Tonnen	4,20	„
Gezähe, Reparaturen und diverse Kosten . . .	5,86	„
Summa	36,41	Frcs.

3) Amalgamation. — Dieser dritte Prozeß hat den Zweck, das in dem gerösteten und chlorürten Schwarzkupfer enthaltene Silber mit dem Quecksilber zu verbinden und das Amalgam von den Rückständen abzuscheiden, indem man es in viel Quecksilber auflöst.

Die Arbeit wird in vier hölzernen Tonnen, die sich um horizontale Wellen drehen, bewirkt; man kann denselben nach den verschiedenen Zeitpuncten des Prozesses eine verschiedene Rotationsgeschwindigkeit ertheilen.

Die Einrichtung der Tonne ist zu einfach, als daß eine besondere Beschreibung derselben erforderlich wäre. Ein jedes derselben hat einen räumlichen Inhalt von 800 Litern; in der Mitte haben sie eine längliche viereckige Oeffnung, deren Wände in Form einer abgestumpften Pyramide in das Holz eingeschnitten sind. Diese Oeffnung kann während der Drehung der Fässer mit einem hölzernen Zapfen, der durch eine Druckschraube fest gehalten wird, luftdicht verschlossen werden.

Soll nun die Tonne entleert werden, oder will man das Quecksilber ablassen, so ersetzt man den Verschluß durch einen Ansatz oder durch einen mit einem Hahn versehenen Trichter.

Jedes Faß ist mit einem Zahnrade versehen, welches in ein Getriebe greift, das auf einer Welle, die parallel mit der Linie der Fässer liegt und von einem kleinen Wasserrade bewegt, befestigt ist. Die Drehungsachse der vier Fässer sind der Art von einander abhängig, daß man eins derselben außer Betrieb setzen, die übrigen aber darin lassen kann. Unter jedem Faß befindet sich ein hölzernes Gerinne, durch welches das Wasser und die Rückstände in einem großen Behälter ablaufen können. Die Gerinne haben eine erste Abtheilung, deren Boden einen entgegengesetzten Fall hat und in dieser Abtheilung wird das Quecksilber aufgehalten, welches nicht vollständig gesammelt werden konnte.

Der Amalgamirbetrieb. — Man bringt in jedes Faß 672 Kil. geröstetes und chlorürtes Schwarzkupfer, eine hinreichende Menge warmes Wasser, so daß alle Materialien einen wenig flüssigen Brei bilden, und 25 Kilogrm. Schwarzkupfer, welches in Kugeln von Nußgröße gegossen ist. Man verschließt die Oeffnung und läßt das Faß eine halbe Stunde lang mit einer Geschwindigkeit von zwölf Umgängen in der Minute sich drehen. Darauf hält man die Bewegung an, um 168 Kilogrm. Quecksilber und

eine neue Wassermenge einzubringen, letzteres jedoch nur in dem Falle, wenn der Brei zu zähe geworden ist.

Darauf müssen die Fässer 15—18 Stunden mit einer Geschwindigkeit von 18 Minuten in der Stunde sich drehen; nach dieser Zeit nimmt man Proben, um zu sehen, ob das Quecksilber alles Silber aufgenommen hat. Zu dem Ende nimmt man mit einem Schälchen etwas von der flüssigen Substanz aus dem Faß; diese Substanz kann in Folge einer so schnellen und langsamen Bewegung als gehörig gleichartig angesehen werden. Man trennt das Quecksilber von den leichten Oxyden, vereinigt es zu einer Kugel und unterwirft dieselbe einer Destillation, worauf das Silberkorn gewogen wird. Verarbeitet man nun Schwarzkupfer, d. h. solche, die vorher noch nicht verarbeitet worden sind, von denen man wohl den Silbergehalt, aber nicht das hüttenmännische Ausbringen kennt, so muß man die Fässer noch 2 Stunden lang mit derselben Geschwindigkeit von 18 Umgängen in der Minute sich drehen lassen. Man nimmt alsdann eine neue Probe von gleichem Volum wie die erste, scheidet das Quecksilber daraus ab, destillirt es und wiegt das zurückgebliebene Silberkorn.

Man erkennt, daß die Wirkung des Quecksilbers beendet ist, wenn das Gewicht des Silberkorns von der zweiten Probe dem der ersten gleich ist. Ist es etwas größer, so muß man die Fässer nochmals 2 Stunden umgehen lassen und so fort, bis daß man gleich schwere Silberkörner von zwei auf einander folgenden Proben erhält.

Durch solches Probiren bestimmt man die Anzahl der Umgänge von den Amalgamirfässern, damit das Quecksilber vollständig auf das zu verarbeitende Schwarzkupfer wirken kann. So lange dessen Beschaffenheit und Silbergehalt sich nicht verändern, kann man bei den folgenden Amalgamationsprozessen neue Versuche unterlassen. Dagegen muß man sie von Neuem anfangen, sobald sich Veränderungen in der chemischen Zusammensetzung und in dem Silbergehalte zeigen.

Für das Schwarzkupfer von Cziklova ist ein 18stündiger Umgang der Fässer, nachdem das Quecksilber eingebracht ist, gewöhnlich mehr als hinreichend.

Man beendigt den Prozeß, indem man die Fässer mit kaltem Wasser füllt und sie 2 Stunden lang zwölfmal in der Minute umgehen läßt. Diese langsamere Umdrehung hat den Zweck, das Quecksilber zu sammeln, welches vorher in sehr feinen Theilchen in der breiigen Masse vertheilt war.

Um die Tonnen zu entleeren, bringt man sie in eine solche Lage, daß die Oeffnung am höchsten Puncte des Umfanges sich befindet; man nimmt den Verlust weg und ersetzt ihn mit einem Ansatz mit einem Hahn, bringt unter die Tonne eine hölzerne Mulde, die groß genug ist, um alles Quecksilber aufzunehmen. Darauf dreht man die Tonne um die Hälfte ihrer Peripherie, öffnet den Hahn und läßt alles Quecksilber in die Mulde fließen.

Sobald die breiige Substanz dem Quecksilber folgt, verschließt man den Hahn wieder, bringt das Faß wieder in seine vorige Lage, die Oeffnung oben, zurück, und ersetzt den Ansatz mit Hahn durch einen Trichter mit weiter Oeffnung, die mit einem hinreichend feinem Siebboden versehen ist, um die Kupferkugeln aufzuhalten. Indem man nun das Faß wiederum so dreht, daß sich die Oeffnung am untersten Punct befindet, läßt man alle Materialien in das Gerinne ausfließen, während nur die Kupferkugeln darin zurückbleiben.

Dieselben Bewegungen werden nach und nach mit allen vier Amalgamirfässern vorgenommen. Ehe man aber eine neue Füllung einbringt, reinigt man das untere Gerinne, auf dessen Boden sich noch eine geringe Menge Quecksilber befindet. Man sammelt dasselbe auch selbst aus dem großen Behälter, welcher alle Amalgamirrückstände aufnimmt.

Zu allen Perioden der Amalgamation sind ungefähr 24 Stunden erforderlich. Die Arbeiten sind sehr einfach und können in der Schicht durch zwei Arbeiter ausgeführt werden. Dieselben müssen die vier Fässer füllen, sobald sie die Gerinne gereinigt haben.

Producte. — Man erhält zwei Producte: Quecksilber, welches das Silberamalgam aufgelöst enthält und die in der Salzsolution des großen Behälters eingemengt enthaltene Rückstände.

Das Quecksilber wird, wie wir weiter unten sehen werden, destillirt; die Rückstände und die Flüssigkeit, die in dem Behälter befindlich, werden auf folgende Weise zu Gute gemacht.

Man läßt die Substanzen einige Stunden ruhig stehen; die Rückstände setzen sich scharf getrennt zu Boden, so daß man die klare Flüssigkeit in einem zweiten Behälter ablassen kann. Man wäscht die kupferhaltigen Rückstände, ehe man sie herausnimmt, mit warmen Wasser und sticht sie zweimal auf dem Hüttenboden aus, läßt sie abtropfen und bringt sie alsdann in das Magazin zum Schwarzkupferschmelzen. Alle Wasser, die zu dem Auswaschen oder Auslaugen benutzt sind, werden mit der zuerst abgegossenen Flüssigkeit vereinigt; sie enthalten eine wesentliche Menge von Metallchlorüren aufgelöst, hauptsächlich Eisen und Kupfer, so wie auch Kochsalz. Man fällt die Oxyde durch Aetzkalk, läßt die Eisen- und Kupferoxyde sich sammeln, gießt die Flüssigkeit ab, wäscht das Präcipitat mit kaltem Wasser zweimal aus und vereinigt sie dann mit den kupferhaltigen Rückständen.

Chemische Reactionen. — Die chemischen Reactionen der Amalgamation sind sehr einfach, sobald die Röstung und die Chlorürung mit der nöthigen Sorgfalt ausgeführt worden sind. Sie folgen in der nachstehenden Ordnung nach einander.

Das warme Wasser löst zuvörderst die Eisen- und Kupferchlorüre und das Kochsalz, ferner die Natronsalze, die Sulfate, die Arseniate und Antimoniate, so wie endlich alles Silber auf, welches als Chlorür in dem gerösteten Material vorhanden ist. Fast unmittelbar darauf erfolgt eine doppelte Zersetzung zwischen dem Natron-Arseniat und Antimoniat und den metallischen Chlorüren; es bilden sich wiederum Arseniate und Antimoniate von Eisen, Kupfer und Silber. In welchem Verhältniß diese drei Metalle gefällt werden, läßt sich nicht bestimmen, denn die drei Oxyde bilden ebenfalls mit den Säuren des Arsens und Antimons unlösliche Verbindungen. Man kann jedoch annehmen, daß um so weniger Silber gefällt worden ist, je mehr die Substanz Eisen- und Kupferchlorür enthält.

In Folge dieser Wirkungen enthält der dicke Brei in den Fässern: eine Lösung von Natrium-, Eisen-, Kupfer- und Silberchlorür. Ferner unlösliche Substanzen, Eisen- und Kupferoxyde, metallisches Silber, Eisen-, Kupfer- und Silberarseniate und Antimoniate.

Während des Umlaufs der Fässer, welche dem Einfüllen des Quecksilbers vorhergeht, gehen die Schwarzkupferkugeln durch die breiige Masse nach allen Richtungen, machen sie gleichartig und üben zu gleicher Zeit se-

langsame chemische Wirkungen aus, die aber für die Vorbereitung der zu amalgamirenden Substanzen sehr zweckmäßig sind.

Das metallische Kupfer führt das Eisenperchlorür und das Kupferchlorür, die aufgelöst geblieben sind, in Protochlorüre zurück, es kann nur sehr unvollkommen auf das Silberchlorür wirken, sobald sich ein etwas bedeutendes Verhältniß von Perchlorür vorfindet.

Diese Wirkungen erfolgen nur sehr langsam; zuvörderst, weil das Kupfer nicht sehr rein ist. Die sehr complicirte Legirung, welche man Schwarzkupfer nennt, wirkt nicht mit derselben Kraft wie das reine Kupfer. Sie sind ferner und auch hauptsächlich aus dem Grunde langsam, da wegen der Form und der umlaufenden Bewegung der Tonne die Berührung des Metalles mit den verschiedenen Theilen der etwas consistenten Masse, nicht hinreichend genau ist und auch zu kurze Zeit dauert.

Nach Einbringung des Quecksilbers setzen die Kupferkugeln ihre chemischen Wirkungen fort, die noch weit langsamer werden, da sich die Oberfläche des Metalles theilweise mit einer Amalgamschicht bedeckt; dieselbe wird durch die Reibung der festen Substanzen zwar abgelöst, bildet sich aber fortwährend wieder. Die Hauptwirkung der kupfernen Kugeln ist mechanisch; sie dienen zur Theilung des Quecksilbers und zu dessen gleichförmiger Vertheilung in der ganzen Masse. Das Quecksilber muß alsdann chemisch wirken und seine Wirkungen sind um so bedeutender, da das Metall getheilter ist und es mehr Berührungspuncte mit den Substanzen hat.

Das Quecksilber verbindet sich mit dem in metallischem Zustande vorhandenen Silber; es vollendet die Zersetzung des Eisenperchlorürs und des Kupferchlorürs und fällt das Silber langsam aus dem aufgelösten Silberchlorür. Die Eisen- und Kupferprotochlorüre, die aufgelöst vorhanden sind und deren feste Theile imprägnirt vorkommen, zersetzen das Chlorür, Arseniat und Antimoniat des Silbers weit vollständiger, als es von dem Quecksilber bewirkt werden kann; sie führen das Silber in den metallischen Zustand zurück und bereiten es zur Amalgamation vor.

Diese Wirkungen reproduciren Eisenperchlorür und Kupferchlorür, welche durch Einwirkung des Quecksilbers abermals in Protochlorür verwandelt werden. Sie hören auf, sobald die Fällung des Silbers vollständig ist.

Man sieht hieraus, daß die Eisen- und Kupferchlorüre zu einer schnellen Amalgamation durchaus erforderlich sind. Sie dienen zur Production sehr kräftiger Reductionsmittel, um in einigen Stunden das Chlorür, Arseniat und Antimoniat des Silbers in den metallischen Zustand zurückzuführen. Auf das Chlorür könnte die Wirkung des Quecksilbers allein schnell und vollständig sein, allein es würde nothwendig sehr langsam und unvollständig auf die beiden unlöslichen Verbindungen erfolgen. Diese letztern widerstehen selbst lange dem Eisenprotochlorür und man ist niemals gewiß, daß ihre Zersetzung vollständig sei. Man muß daher dahin sehen, daß nur geringe Mengen von Silberarseniat und Antimoniat in den Substanzen vorhanden sind, auf welche das Quecksilber einwirken soll. Wir haben schon weiter oben aus einander gesetzt, daß das Vorhandensein der Eisen- und Kupferchlorüre in dem gerösteten und chlorürten Schwarzkupfer die Wirkung haben müsse, das Verhältniß das in dem Zustande des Arseniats und Antimoniats gefällten Silbers, zu vermindern.

Die beiden Chlorüre spielen daher eine sehr wichtige Rolle bei der ganzen Amalgamation und es muß hier daran erinnert werden, daß ihr



Verhältniß großentheils von dem des Schwefelkieses abhängt, der vor dem Rösten mit dem Schwarzkupfer vermengt worden ist.

Ein zu großer Ueberschuß von Eisen= und Kupferchlorüren ist aus zwei Gründen nachtheilig: 1) ist eine längere Zeit erforderlich, um die gesammten Perchlorüre durch Einwirkung des Quecksilbers in Protochlorüre zurückzuführen und es wird daher dieser Prozeß wesentlich verlängert; 2) die Menge des chlorürten Quecksilbers, die folglich verloren geht, ist bedeutender.

Nur die praktische Erfahrung kann durch wiederholte Versuche dasjenige Verhältniß des Kieses angeben, welches die besten Resultate für jede Schwarzkupfersorte giebt, d. h. die größte Operationsgeschwindigkeit und den geringsten Quecksilberverlust.

Während aller dieser Reactionen ist es wesentlich, daß das Quecksilber so gleichartig als möglich getheilt und in der ganzen Masse vertheilt sei; die Substanzen müssen daher eine hinreichende Consistenz haben und es muß die rotirende Bewegung der Tonnen schnell genug sein, damit sich das Metall nicht sammeln kann.

Im Gegentheil, erst wenn die chemischen Reactionen beendigt sind, muß man das Quecksilber sammeln und ihm gestatten, die Amalgamkörner zu vereinigen, welche bis dahin von einander getrennt waren. Um dieses Resultat zu erlangen, füllt man die Fässer mit Wasser an und verzögert die Umlaufsgeschwindigkeit.

Man kann nicht dahin gelangen, das gesammte Quecksilber und das Amalgam zu sammeln; der Beweis liegt in den stets mehr oder weniger silberhaltigen Quecksilberkügelchen, die man in der ersten Abtheilung des untern Gerinnes und die man selbst in dem großen Behälter findet. Es folgt daraus nothwendig ein Quecksilber= und ein Silberverlust, die man nicht genau bestimmen kann, die jedoch bei dem zu Cziklova angenommenen Prozessen sehr gering zu sein scheinen.

Die Beschaffenheit und die chemische Zusammensetzung der beiden Producte des Prozesses lassen sich leicht aus den so eben entwickelten Reactionen ableiten. Das Quecksilber wird in großem Uebermaß angewendet, 160 Kil. in jeder Tonne, um etwa 1 Kilogrm. zu absorbiren; dieser Ueberschuß ist als nothwendig erachtet, um die Arbeit mit zweckmäßiger Schnelligkeit auszuführen, so wie auch, um fast alles Amalgam in eine einzige Masse zu vereinigen.

Das aus den Fässern abfließende Quecksilber, durch wiederholtes Waschen von der geringen Menge Rückständen getrennt, die mit ihm zu gleicher Zeit in die Mulde fallen, enthält mit dem Silber etwas Kupfer, Arsen und Antimon. Diese Substanzen rühren von der langsamen Einwirkung des Quecksilbers auf die Oberflächen der Schwarzkupferkugeln her; sie bleiben nach der Destillation des Quecksilbers fast gänzlich in dem Silber.

Die in dem großen Behälter abgesetzten kupferhaltigen Rückstände, die von der Salzsolution durch Abgießen getrennt sind, enthalten Natrium=, Eisen=, Kupfer= und Quecksilberchlorür. Indem man diese Rückstände zweimal mit warmem Wasser auswäscht, hat man den Zweck, die löslichen Chlorüre möglichst vollständig zu entfernen, erreicht, indem dieselben bei der weitern Zugutemachung auf Schwarzkupfer nachtheilig sein würden.

Die abgegossene Flüssigkeit und die Waschwasser enthalten eine nich unbedeutende Menge von Kupferchlorür, welches nicht verloren gehen dr durch Aetzkalk füllt man es zu gleicher Zeit mit dem Kupfer= und Ei

oxyd und mit dem Quecksilberoxydul. Man könnte die leichte Zersetzbarkeit des letztern dazu benutzen, um einen Theil des bei der Amalgamation verlornen Quecksilbers in Kügelchen zu sammeln.

Das gehörig ausgewaschene Präcipitat hält sehr viel Kalk zurück, ist aber weder arsen= noch antimonhaltig; derjenige Theil von diesen beiden Körpern, der nicht von der Röstung verflüchtigt worden ist, findet sich als Arseniat und Antimoniat in den kupferhaltigen Rückständen.

Es muß jedoch bemerkt werden, daß ihre Zugutemachung auf Kupfer nicht so große Schwierigkeiten darbieten würde, als die zur Reinigung des Schwarzkupfers erforderlichen, wenn man nicht das Silber gewinnen müßte. Die in niedriger Temperatur ausgeführte und der Chlorürung vorausgehende Röstung vertreibt einen großen Theil von diesen beiden nachtheiligen Körpern.

Resumé. — Ehe wir von dem Ausglühen des Quecksilbers reden, wozu keine chemische Erläuterung erforderlich ist, halte ich es für zweckmäßig, eine Wiederholung der hauptsächlichen Reactionen, welche bei der Zugutemachung der sehr armen und unreinen Erze im Banat auf Silber, benutzt werden, mitzutheilen.

Die Erze enthalten sehr wenig Silber, Kupfer und Schwefel, dagegen aber viel Arsen und Antimon; man hat keine hinreichende Menge von Kupfer oder Schwefelkies zur Hand, um sie bei den Röst= und Schmelzprozessen größtentheils zu vertreiben.

Es ist daher nicht möglich, Kupfer und Silber in einem Stein zu concentriren und auf denselben die Kochsalz= oder Warmwasserlaugerei anzuwenden. Der Stein würde zu viel Arsen und Antimon enthalten, man würde nur sehr wenig Silber gewinnen und die kupferhaltigen Rückstände würden zu unrein sein.

Man concentrirt das Kupfer und Silber in eine Legirung, das Schwarzkupfer, weil man bei der Beschaffenheit der Erze und dem Mangel an Kiesen nicht anders kann; man hält den ersten Theil der Zugutemachung, die successiven Schmelzungen und Röstungen nur in dem Moment auf, in dem diese Prozesse unvermögend würden, die kupferhaltigen Producte noch mehr zu reinigen.

Das silberhaltige Schwarzkupfer enthält, wie die Erze, sehr wenig Schwefel und Eisen, wohl aber viel Arsen und Antimon; man verwandelt es in ein feines Mehl und vermengt es sehr genau mit einer gewissen Menge von Schwefelkies, die nach seiner chemischen Zusammensetzung verschieden ist, so wie auch mit 12 Proc. geschmolzenem und pulverisirtem Kochsalz.

Man röstet das Gemenge in einer sehr niedrigen Temperatur mit Hülfe einer sehr beschränkten Sauerstoffmenge, bis daß die Oxydation des Kupfers vollständig ist. Man erhält in dieser Periode des Prozesses drei sehr wichtige Resultate: Verflüchtigung des größten Theils von dem Arsen und Antimon; die fast vollständige Separation des Silbers aus seinen metallischen Verbindungen; die Bildung einer wesentlichen Menge von Eisen=, Kupfer- und Silbervitriol, ein Verhältniß, welches man verändern kann, indem man das Gewicht von der Röstung eingemengten Kieses verändert. Die Entstehung einer gewissen Menge von Arseniat und Antimoniat kann nicht verhindert werden.

…n die Röstung durch eine starke und während einer Stunde

verlängerten Feuerung beendigt, so läßt man das Kochsalz durch doppelte Zersetzung wirken; man verwandelt die metallischen Sulfate, Arseniate und Antimoniate in Chlorüre. Diese Periode der Chlorürung darf nicht über die zu den Reactionen genau nothwendige Zeit verlängert werden, weil durch die Verflüchtigung der Chlorüre ein wesentlicher Verlust von Kupfer und Silber veranlaßt wird; derselbe ist um so größer, je länger man feuert und je mehr Sulfate, Arseniate und Antimoniate die gerösteten Substanzen enthalten. Die eigentliche Amalgamation wird in drei Perioden getheilt: während der ersten wird die chlorürte Substanz gleichförmig mit Wasser imprägnirt, und man läßt das Schwarzkupfer als Reductionsmittel auf die Perchlorüre des Eisens und Kupfers einwirken. Die erste Reaction auf dem nassen Wege besteht in der Bildung von metallischen Arseniaten und Antimoniaten durch die doppelte Zersetzung der Chlorüre des Eisens, Kupfers und Silbers, so wie der Natronarseniate und Antimoniate. Sie können um so mehr Silberchlorür aufgelöst enthalten, je größer das Verhältniß der Eisen und Kupferchlorüre ist. Die zweite Reaction ist die des Schwarzkupfers, welche die Perchlorüre des Eisens und Kupfers in den Zustand der Protochlorüre zurückgeführt und zu gleicher Zeit einen Theil des Silberchlorürs zersetzen kann. Diese Wirkungen erfolgen sehr langsam, hauptsächlich die letztere; das Schwarzkupfer wirkt nicht auf das Silberarseniat und Silberantimoniat.

Die Schwarzkupferkugeln können die Materialien nur zur Amalgamation vorbereiten; sie könnten nicht alles Silber in den metallischen Zustand zurückführen, wenigstens wenn ihre Wirkung nicht lange Zeit dauert. Nimmt man an, daß man dahin gelangt, alle Verbindungen des Silbers durch das Kupfer zu reduciren, so müßte das Metall sehr getheilt und in der ganzen Masse der Materialien vertheilt sein, so daß es nicht ohne wesentliche Verluste concentrirt werden könnte.

Das Quecksilber ist daher durchaus nothwendig, zuvörderst um die Reduction des Silbers in den metallischen Zustand zu beschleunigen und zu vervollständigen, und dann um das Silber zu vereinigen, indem man das Amalgam in einem bedeutenden Ueberschuß von Flüssigkeit auflöst. Die Wirkung des Metalles ist in zwei Perioden getheilt.

In der erstern vollendet das Quecksilber die Reduction der Eisen- und Kupferperchlorüre und veranlaßt auf diese Weise die Reductionen, welche die Zersetzung der Silberverbindungen schnell vollenden können; es wird fortwährend auf die Perchlorüre, die sich durch diese Zersetzung wieder bilden, eingewirkt. Während der ganzen Dauer dieser Periode müssen die Materialien eine hinreichend große Existenz haben, die Rotation der Fässer muß schnell genug sein, damit sich das sehr fein vertheilte Quecksilber nicht vereinigen kann; die etwas großen Körnchen könnten nur eine sehr langsame Einwirkung haben, die noch geringer als die der Kupferkugeln sein würde. In der letzten Periode sucht man nur das Quecksilber und das Quecksilberamalgam zu vereinigen, während chemische Reactionen nicht mehr erforderlich sind. Es ist hinreichend, dem Amalgamirbrei so mit Wasser zu verdünnen, daß er jede Consistenz verliert, wobei sich die Fässer weit langsamer drehen müssen. Die Vereinigung des Amalgams in dem überschüssigen Quecksilber ist niemals vollständig; man verliert immer etwas Quecksilber und Silber.

Die Hauptursache des Quecksilberverlustes ist die partielle Chlr

dieses Metalles durch die Reduction der Perchlorüre. Es ist wesentlich das Verhältniß der Perchlorüre durch eine Reihe von Versuchen zu beschränken und ebenfalls durch Versuche das Verhältniß der Kiese zu bestimmen, welches man vor der Röstung zuschlagen muß, um das meiste Silber mit möglichst wenigem Quecksilberverlust darstellen zu können.

Die endlichen Producte sind: das Quecksilber mit dem Silber, die Amalgamir-Rückstände, das Präcipitat, welches der Kalk aus den salzigen Flüssigkeiten bewirkt hat. Das Quecksilber enthält mit dem Silber eine sehr geringe Menge Kupfer, Arsen und Antimon. Das daraus durch die Destillation des Quecksilbers und durch Schmelzen gewonnene Silber ist nicht sehr rein und muß daher fein gebrannt werden. Die kupferhaltigen Rückstände enthalten noch eine wesentliche Menge von Arsen und Antimon; jedoch sind sie relativ reiner, als das der Amalgamation unterworfene Schwarzkupfer.

Das Präcipitat der Eisen- und Kupferoxyde, welches durch den Kalk veranlaßt worden ist, enthält eine gewisse Menge von alkalinscher Erde, so wie Subsalze von Eisen und Kupfer, allein es enthält kein Arsen und Antimon.

4) Die Destillation des Quecksilbers oder das Ausglühen des Amalgams. — Das Quecksilber, welches das Silberamalgam aufgelöst enthält, wird in leinene Beutel gethan und dem Drucke einer nicht sehr starken hydraulischen Presse unterworfen. Durch diesen Druck fließt ein großer Theil des reinen Quecksilbers aus und es enthält derselbe nur Spuren von Silber. In den Beuteln bleibt das fast feste Amalgam zurück, welches aber noch viel Quecksilber enthält; man schätzt den Silbergehalt dieser halbfesten Substanz auf höchstens 14 Procent. In anderen Hütten, z. B. zu Huelgouat in der Bretagne, unterwirft man das flüssige Amalgam einem viel stärkern Drucke; das Quecksilber muß durch eine Scheibe von hartem Holz dringen und der auf derselben zurückbleibende feste Kuchen enthält mehr als 30 Procent Silber.

Der einzige Vortheil, den eine stärkere Zusammendrückung gewährt, besteht darin, die Menge des zu destillirenden Quecksilbers zu vermindern. Man braucht jedoch diesen Details keine besondere Wichtigkeit beizulegen, weil die Destillation und die Verdichtung des Quecksilbers weder große Schwierigkeit haben, noch große Kosten veranlassen. Zu Cziklova wendet man zur Destillation einen ziemlich verwickelten Apparat an, der jedoch hier nur ganz kurz beschrieben werden soll, da er durchaus nicht nachahmenswerth erscheint.

Das Amalgam wird auf schmiedeeiserne Schalen gelegt, deren Inneres mit fest eingestampfter Holzasche versehen ist. Die Schalen oder Teller sind auf kranzförmigen Supports angebracht, die von einer senkrechten Achse getragen werden. Das Ganze ist mit einer blechernen Glocke bedeckt, deren Rand in eine ringförmige Rinne tritt; wird nun außerhalb etwas Kitt angebracht, so erlangt man einen hinreichend hermetischen Verschluß.

Die kranzförmige Rinne besteht aus Gußeisen und ist in ein Mauerwerk von feuerfestem Ziegelstein eingelassen; durch dasselbe geht eine blecherne Röhre, welche die Verbindung zwischen der Rinne der Glocke und einem darunter befindlichen Wasserbehälter herstellt.

Die Glocke ist auf eine Entfernung von 0,15 Meter mit einem cylindrischen [illegible] umgeben, die einen wirklichen Calcinirofen bildet, in

den die Luft durch Kanäle strömt, die am untern Theile angebracht worden sind. Die Höhe des Ofens ist etwas bedeutender, als die der Glocke.

Der Ausglühbetrieb. — Auf die eisernen Teller bringt man die aus den Beuteln genommenen Amalgamkuchen von einer dreitägigen Production, die ungefähr in 85 Kilogr. besteht. Man bringt die Glocke in ihre gehörige Stellung und verstreicht die Fugen am untern Rande; man bringt frisches Wasser in den Behälter, feuert 8 Stunden lang mit Holzkohlen und läßt das Ganze langsam erkalten. Die Quecksilberdämpfe verdichten sich im Wasser, und man läßt das Metall durch einen Hahn abfließen, sobald der ganze Apparat erkaltet ist; darauf nimmt man die Glocke ab und findet auf den Tellern das sogenannte Tellersilber, welches kein Quecksilber mehr enthält.

Das Silber wird auf einem Test von Knochenasche feingebrannt, der in einem Treibofen angebracht ist, wie wir ihn im zweiten Bde. bei der Bleihüttenkunde kennen lernen werden. Man brennt 85—90 Kilogrm. Tellersilber fein, so daß in Czsiklova dieser Prozeß nur einmal jährlich vorgenommen zu werden braucht. — Das feingebrannte Silber wird in Formen gegossen.

Arbeiterpersonal. — Der Betrieb der Amalgamirfässer, das Auswaschen der Rückstände, die Fällung, das Ausglühen des Amalgams und das Feinbrennen des Silbers, kurz alle Arbeiten, welche auf die Röstung und Chlorürung folgen, erfordern nur 4 Arbeiter, einen Meister und einen Aufseher für die Nachtschichten, der den regelmäßigen Betrieb der Fässer überwacht. Der Meister erhält 2,50 Frcs., der Aufseher 1,50 Frcs. und die Arbeiter 1 Frcs. für die Schicht.

Haushaltsverhältnisse. — Man hat in den Hüttenrechnungen die sich auf beide Prozesse beziehenden Ausgaben nicht von einander getrennt aufgeführt, so daß der Verfasser genöthigt ist, sie hier auch zu vereinigen.

Die Entsilberung der 51 Tonnen Schwarzkupfer hat 23 Tage erfordert; man hat 1 Tonne Quecksilber verbraucht und hat durch Auspressen und Ausglühen 911 Kilogrm. von dem Metall wieder gewonnen, so daß demnach der Quecksilberverlust 89 Kilogrm. beträgt. Zur Fällung hat man 3 Kubikmeter Aetzkalk verwendet. Der Brennmaterialverbrauch belief sich bei allen Prozessen auf 24,50 Tonnen Holz und auf 3,30 Tonnen Holzkohlen. Die Reparaturen und der Unterhalt der Gezähe, so wie die diversen Kosten haben sich auf 300 Frcs. belaufen.

Es sind demnach die Specialkosten für die Amalgamation und das Ausglühen folgende:

Arbeitslöhne und Aufsicht, 138 Sch.	184,00	Frcs.
Holz, 24,50 Tonnen à 4 Frcs.	98,00	„
Holzkohlen, 3,50 Tonnen à 15 Frcs.	49,50	„
Quecksilber, 89 Kilogrm. à 10 Frcs.	890,00	„
Kalk, 3 Kubikmeter à 10 Frcs.	30,00	„
Gezähe, Reparaturen, diverse Kosten	300	„
Summa	1551,50	Frcs.

Man hat 82,007 Kilogrm. Silber in Eingüssen oder in Zainen gewonnen und hat den Kupfergehalt der Rückstände auf 32,50 Tonnen geschätzt. Man hat daher bei der Amalgamation selbst sehr wenig Silber und Kupfer verloren, nämlich 0,503 Kilogrm. Silber und 0,180 Tonnen Kupfer. Die Hauptverluste an Metallen erfolgen bei der Chlorürung.

Die Special-Kosten, auf 1 Tonne Schwarzkupfer zurückgeführt, sind daher:

Arbeitslöhne und Aufsicht, 2,706 Sch.	3,608 Frcs.
Holzkohlen, 0,065 Tonnen	0,975 „
Holz, 0,480 Tonnen	1,920 „
Quecksilber, 1,740 Kilogrm.	17,400 „
Kalk, 0,06 Kubikm.	0,600 „
Gezähe, Reparaturen, diverse Kosten	5,882 „
Summa	30,385 Frcs.

Die Silberextraction aus dem Schwarzkupfer mittelst der Amalgamation hat nachstehende Special-Kosten erfordert:

Arbeitslöhne, 17,746 Sch.	18,648 Frcs.
Holzkohlen, 0,065 Tonnen	0,975 „
Holz, 0,480 Tonnen	1,920 „
Steinkohle, 3,710 Tonnen	22,260 „
Kochsalz, 0,120 Tonnen	4,200 „
Quecksilber, 1,740 Kilogrm.	17,400 „
Kalk, 0,06 Kubikm.	0,600 „
Gezähe, Reparaturen, diverse Kosten	14,742 „
Summa	81,995 Frcs.

Man hat aus der Tonne Schwarzkupfer 1,608 Kilogrm. Feinsilber und 0,657 Tonnen Kupfer aus den Rückständen erhalten.

Der Verlust betrug: Silber 0,136 Kilogrm., d. h. 7,8 Procent des Silbergehalts; Kupfer 0,024 Tonnen, d. h. 3,5 Proc. von dem Kupfergehalt.

Vergleicht man diese Zahlen mit denjenigen, die in den vorhergehenden Kapiteln für die Mansfeld'schen Silberextractionen angegeben worden sind, so sieht man, daß diese letzteren einen sehr großen Vortheil gegen die Amalgamation des Schwarzkupfers gewähren. Man darf aber ja nicht annehmen wollen, daß diese Prozesse die Amalgamation ersetzen könnten. Es ist im Verlauf dieses Kapitels bereits nachgewiesen worden und wird auch hier nochmals gezeigt, daß die starke Beimengung von Arsen und Antimon in den Steinen und dem Schwarzkupfer, welche zu Csiklova dargestellt werden, es verhindern müßten, mit der Kochsalz- oder mit der Wasserlaugerei günstige Resultate zu erlangen. Man würde den größten Theil des Silbers verlieren, die kupferhaltigen Rückstände würden sehr unrein sein, während die Amalgamation des Schwarzkupfers nur einen geringen Silberverlust veranlaßt und kupferhaltige Rückstände giebt, die nur wenig Arsen und Antimon im Verhältniß zu der Menge dieser beiden Körper in dem Schwarzkupfer enthalten.

Das Verfahren bei der Silberextraction in der Hütte zu Csiklova kann nur dann verändert werden, nachdem die ungünstigen Verhältnisse des ersten Theils von der Zugutemachung eine wesentliche Umänderung dadurch erlitten haben, daß man der jetzigen Beschickung einen bedeutenden Theil von Kupferkies oder arsenfreien Schwefelkies zuschlägt.

Um die Specialkosten der Schwarzkupfer-Amalgamation auf die Tonne Erz zurückgeführt zu erhalten, muß man die vorhergehenden Zahlen mit dem Coefficienten 0,0482 multipliciren; es stellt derselbe das Erzausbringen auf Schwarzkupfer dar.

Arbeitslöhne, 0,852 Sch.	0,896	Frcs.
Brennmaterialien, 0,205 Tonnen	1,208	„
Kochsalz, 0,0058 Tonnen	0,202	„
Quecksilber, 0,084 Kilogr.	0,840	„
Kalk, 0,0029 Kubikmeter	0,029	„
Kiese, 0,0024 Tonnen	0,060	„
Gezähe, Reparaturen, diverse Kosten	0,708	„
Summa	3,943	Frcs.
Producte: Feinsilber	0,077	Kilogrm.
Kupfergehalt der Rückstände	32	„

Zugutemachung der kupferhaltigen Rückstände. — Die Rückstände von der Amalgamation enthalten noch eine bedeutende Menge von Arsen und Antimon als Arseniate und Antimoniate des Eisens und Kupfers; außerdem enthalten sie die Oxyde der beiden Metalle und eine sehr geringe Menge Kalk. Ihre Zugutemachung veranlaßt große Schwierigkeiten und man kann nur ein mittelmäßiges Kupfer daraus darstellen.

Es werden diese Rückstände auf folgende Weise verarbeitet:

1) Man vermengt sie, so lange sie noch feucht sind, so genau als möglich mit 25 Proc. pulverisirtem Schwefelkies und mit 6 Proc. feinem Holzkohlenpulver. Dieses Gemenge wird in Steine gestrichen und getrocknet. Man verschmilzt es in einem sehr hohen und engen Schachtofen mit den kiesligen Schlacken, die bei dem Erzschmelzen gefallen sind. Dieser erste Prozeß giebt drei Producte: Schwarzkupfer, 1 Stein und Schlacken.

Das Schwarzkupfer enthält viel Schwefel, Eisen, Arsen und Antimon und nur 85 oder 86 Proc. Kupfer.

Der Stein ist reich und sehr unrein; er enthält jedoch weniger Arsen und Antimon, als das Schwarzkupfer. Sein mittlerer Kupfergehalt beträgt 64 Procent.

Die Schlacke ist sehr flüssig und arm, und es wird derjenige Theil, welcher keine Granalien enthält, weggestürzt, der übrige Theil aber gelangt in die Beschickung für das Schmelzen selbst.

2) Das Schwarzkupfer wird in dem ungarischen oder Spleiß-Ofen nach dem Verfahren gaargemacht, welches bei der Hütte zu Perm beschrieben worden ist; jedoch unterscheiden sich beide Prozesse dadurch, daß man kein Schwefelkies zuschlägt, da das Cziklovaer Schwarzkupfer eine hinreichende Menge von Schwefel enthält. Das Gaarmachen giebt nur 2 Producte: Rosettenkupfer, welches aber noch zu viel Arsen und Antimon enthält, um in den Handel gebracht werden zu können; Schlacken oder Krätz vom Gaarmachen, welche viel Kupferoxydul und Oxyd und zahlreiche Kupferkörner enthalten.

3) Der bei dem Schwarzkupferschmelzen gefallene Stein wird in Stadeln und in 12 aufeinander folgenden Feuern geröstet, worauf er im Schachtofen mit einer geringen Menge von Kies, Schlacken und Gaarkrätz verschmolzen wird. Diesen kupferreichen oxydirten Substanzen werden Quarz und kieslige Schlacken von dem Erzschmelzen zugesetzt. Man erhält noch 3 Producte: Schwarzkupfer, Stein und Schlacken.

Das Schwarzkupfer enthält weit weniger Schwefel, Arsen und Antimon, allein es ist wesentlich eisenhaltiger, als das beim ersten Schm-

der Rückstände erhaltene; es kann direct im kleinen Heerde gaar gemacht werden.

Stein fällt nur in geringer Menge; er ist sehr reich und sehr rein und muß so lange aufbewahrt werden, bis man eine hinreichende Menge zusammen hat, um ihn besonders zu Gute zu machen. Er wird in 11 Feuern in Stadeln geröstet und mit Gaarschlacken, Quarz und kiesligen Schlacken vom Rohschmelzen im Krummofen verschmolzen. Man erhält wiederum dieselben Producte: eisenhaltiges Schwarzkupfer, sehr reichen und reinen Stein und reine Schlacken; sie müssen wie diejenigen des ersten Steinschmelzens verarbeitet werden.

Die bei diesen Prozessen gefallenen Schlacken enthalten eine verschiedenartige Menge von Kupferoxydul in Verbindung mit Kieselerde, so wie Schwarzkupfer und Steinkörner; man zerschlägt sie mit Fäusteln und theilt sie in zwei Theile. Die am meisten Granalien enthalten, werden bei dem Prozeß selbst verschmolzen; die übrigen gelangen in die Beschickung des Schmelzens der kupferhaltigen Rückstände.

4) Das in dem großen Gaarofen erlangte Rosettenkupfer und das aus der Zugutemachung der Steine dargestellte Schwarzkupfer werden besonders im kleinen Herde gaar gemacht. Man erhält dabei 2 Producte: Gaarkupfer in Rosetten von 3 verschiedenen Sorten, welches hinreichende Reinheit hat, um im Lande verkauft zu werden; sehr kupferreiche Schlacken und Krätzen, welche zu gleicher Zeit mit den gerösteten Steinen im Krummofen verschmolzen werden.

Wir wollen diese zahlreichen Prozesse nicht speciell beschreiben, sondern wir wollen nur bei den Hauptbedingungen eines jeden stehen bleiben und von den chemischen Reactionen, die dabei vorkommen, etwas näher reden.

Erster Prozeß. Verschmelzung der kupferhaltigen Rückstände im Krummofen. — Der Krummofen, in welchem die Rückstände verschmolzen werden, mißt von der Form bis zur Gicht 3 Meter; der Tiegel besteht aus Gestübbe und ist 0,50 Meter tief; der Vortiegel reicht 0,10 Meter vor der Brust; im Querschnitt hat der Ofen 0,75 Meter Tiefe und 0,62 Meter Breite. Der Wind wird durch eine einzige Form unter einem Druck von zwei Centimeter Quecksilber eingeblasen; das benutzte Brennmaterial sind Holzkohlen.

Beschickung. — Die Zusammensetzung der Beschickung oder Schicht ist die folgende:

Kupferhaltige Rückstände . . .	100	in getrockneten Ziegeln.
Holzkohlenpulver	6	
Schwefelkies	25	
Kieslige Schlacken	30	
Trockene Schlacken	2 bis 5	

Das Verhältniß der kiesligen Schlacken hängt von dem Gange des Ofens und der Menge der Schlacken bei dem Steinschmelzen, welche man bei dem Prozeß zu Gute machen muß, ab.

Im Jahre 1844 hat man in einer einzigen Campagne von 14 Tagen alle Rückstände von der Zugutemachung der 51 Tonnen Schwarzkupfer [illegible] schickt mit 4 Tonnen Kohlenpulver und 15 Tonnen Kies, fer[illegible] schlag von 8 Tonnen reicher Schl[illegible] Tonnen ki[illegible] d. h. also in 14 Tagen 106 [illegible] [illegible]eden[illegible]

verschmolzen; es kommt daher auf 24 Stunden im Durchschnitt mehr als 7 Tonnen Beschickung. Das Schmelzen konnte daher langsam geführt werden. Man hat zum Anblasen und zum Schmelzen selbst 50 Tonnen Holzkohlen verbraucht, d. h. also auf 1 Tonne Beschickung 0,47 Tonnen Holzkohlen.

Producte. — Man hat erhalten:

Schwarzkupfer	32,60	Tonnen
Stein . . .	8,65	„

Das Schwarzkupfer enthielt im Durchschnitt 0,85 Kupfer und der Stein 0,65. Man hat daher aus den Rückständen und aus den zugeschlagenen reichen Schlacken 33,33 Tonnen Kupfer (27,71 Tonnen im Schwarzkupfer und 5,62 Tonnen im Stein) gewonnen. In den Schlacken hat man sicher mehr als 1 Tonne Kupfer verloren, d. h. etwa 3 Procent in den verschmolzenen Materialien.

Chemische Reactionen. — Die kupferhaltigen Rückstände enthalten Eisen- und Kupferoxyde, Arseniate und Antimoniate. Man muß so viel als möglich von diesen beiden schädlichen Körpern zu verflüchtigen suchen, und man erreicht dieses Resultat sehr gut durch die gesammten Einrichtungen, hauptsächlich aber durch die genaue Vermengung der Rückstände mit Kohle und mit Kies.

Der Krummofen ist sehr eng; man verbrennt in demselben ein sehr bedeutendes Verhältniß von Brennmaterial. Die Temperatur muß in einer bedeutenden Höhe über der Form sehr hoch sein, da selbst in der Gicht noch eine bedeutende Hitze herrscht. Die Gichten müssen daher sehr bald in den Hitzgrad kommen, in welchem die Reactionen beginnen können. In dem obern Theil des Ofens wirken das Kohlenoxyd und die Kohle im Gemenge mit den Rückständen auf die Metalloxyde, auf die Arseniate und auf die Antimoniate; es entwickelt sich eine gewisse Menge von arseniger Säure und Antimonoxyd, während zu gleicher Zeit die Eisen- und Kupferoxyde zum Theil in den Zustand von Oxydul zurückgeführt worden sind. Das Kohlenoxyd wirkt nur langsam auf das Innere der Beschickungsziegel ein, während die beigemengte Kohle in allen Theilen in dem Maaße wirkt als die Temperatur hinreichend steigt.

Die partielle Reduction in niedriger Temperatur wird nur eine kurze Zeit ausgeübt, weil der Ofen sehr heiß geht; die Materialien erlangen sehr bald einen solchen Hitzgrad, daß unter dem Einfluß der Kohle und der Gase das Kupfer fast vollständig reducirt ist. Das Eisenoxyd ist zum großen Theil in Oxydul und in einem kleinern Theil in metallisches Eisen umgeändert; die Arsen- und die Antimonsäure sind fast vollständig zersetzt. In diesem Augenblick beginnt die Destillation des Kieses, der Schwefel reißt als flüchtiges Sulfuret einen bedeutenden Theil des Arsens und einen geringern des Antimons mit sich fort; es bilden sich auch Kupfer- und Eisensulfurete, mit einem Theil der durch die reducirende Einwirkung dargestellten Metalle. Das Schwefeleisen des Kieses endlich wirkt reducirend auf das Kupferoxyd, so wie auch auf die bis dahin noch nicht vollständig zer-[illegible] Arseniate und Antimoniate.

[illegible]rkung des der Beschickung beigemengten Kieses ist daher sehr [illegible]t zur Entfernung mittels Verflüchtigung des Arsens u[illegible] [illegible]n Augenblick, in welchem die reducirende Wirkung nur [illegible]

seniure und Antimoniure hervorbringen würde. Sie veranlaßt in dem Gemenge des Kieses mit den Rückständen den Uebergang des Eisens in Sulfuret, indem dasselbe sonst unter dem Einfluß einer schnell gesteigerten Temperatur in den metallischen Zustand übergeführt worden wäre.

Es muß eine gewisse Menge Schwefelkohlenstoff entstehen, welcher in dem obern Theil des Ofens eine sehr zweckmäßige reducirende und sulfurirende Wirkung ausübt; er hilft der nur reducirenden Einwirkung des Kohlenoxydes und der Kohle.

Fast in derselben Höhe, in welcher die Destillation des Schwefels in dem Schwefelkies vollendet ist, werden die zugeschlagenen Schlacken weich und nehmen ebenfalls an den chemischen Reactionen Theil. Sie absorbiren nach und nach das Eisenoxydul und geben ebenfalls nach und nach ihren Kupferoxydul-Gehalt durch die kräftige Einwirkung des Schwefeleisens ab.

In den geschmolzenen Substanzen, welche unter die Form hinabfallen, sind die chemischen Reactionen vollkommen beendigt; die Schlacken enthalten nur eine wesentliche Menge von Kupferoxydul; sie haben den größten Theil des Eisenoxyduls absorbirt.

Das Eisen, das Kupfer, das Arsen und Antimon, welches man nicht vollständig vertreiben kann, werden zusammen und mit dem Schwefel verbunden, jedoch in zwei verschiedenen Producten: Schwarzkupfer und Stein. Der Schwefel ist nicht in hinreichend großer Menge vorhanden, um alle Metalle schwefeln zu können.

In dem Tiegel setzen sich diese verschiedenen Substanzen nach ihrer verschiedenen Dichtigkeit ab; die Schlacke fließt nach und nach über die Ränder des Vortiegels ab, nachdem sich fast alle Stein- und Kupferkörner abgesetzt hat.

Es ist bemerkenswerth, daß bei diesem Verschmelzen der Rückstände im Krummofen nur sehr arme Schlacken fallen, die kaum Spuren von Eisenoxydul enthalten, während zu gleicher Zeit ein sehr reicher Stein und Schwarzkupfer gefunden werden; in keiner andern Hütte, welche Krummöfen anwendet, zeigen sich gleiche Verhältnisse. Ueberall sind die Schlacken kupferreich, wenn sich eine gewisse Menge von dem Schwarzkupfer trennt. Zu Cziklova zeigt sich in Folge der Beschickung und innigen Vermengung der oxydirten Substanzen mit den Kiesen und mit der Kohle, das Gegentheil. Nur diejenigen Schlacken, die mit dem Stein und dem Schwarzkupfer abgestochen werden, gelangen in die Beschickung zurück.

Zweiter Prozeß. Das Gaarmachen im Spleißofen. — Der zum Gaarmachen des Schwarzkupfers angewendete große Herd oder Gebläse-Flammofen ist schon weiter oben (S. 56 ꝛc.) beschrieben worden. Es ist ein Flammofen mit elliptischer Herdsohle, mit sehr hohem Gewölbe und ohne Esse, in welchen man Gebläseluft unter 2 Centimeter Quecksilber-Pressung durch 2 Düsen einführt, deren Form an einem von den langen Enden der großen Achse des Ofens angebracht ist.

Der Betrieb. — Man bringt zu einem Gaarmachen 64 Blöcke, d. h. ungefähr 3 Tonnen Schwarzkupfer ein, verschließt die Arbeitsthür und feuert langsam bis zur vollständigen Schmelzung der Charge. Es sind zu dieser ersten Periode des Prozesses zu der Schmelzung nicht weniger als 6 Stunden erforderlich.

Sobald das [illegible] olzen ist, wird etwas schärfer gefeuert, man läßt das Geblä[illegible] em Ofen in der Minute 3—3,50 Kilogrm.

Gebläseluft zu. Dieß dauert 6 Stunden lang oder bis daß die auf der Oberfläche des Metallbades entstandenen Schlacken, sehr roth werden und noch sehr wenig Eisenoxyd enthalten. Man nimmt die Schlacken in dem Maß ab, als sie die Oberfläche des Metalles bedecken. Dieser Theil des Prozesses kann die Oxydationsperiode genannt werden.

Wenn die Beschaffenheit der Schlacken die fast vollständige Oxydation des Eisens andeutet, so stellt man den Wind ab, so daß die Oxydation nur durch die Flammen des Rostes fortgesetzt wird.

Es bilden sich noch sehr kupferreiche Schlacken, die man in dem Maß als sie entstehen, abzieht. Das Ende der Oxydation wird durch ein sehr lebhaftes Kochen angedeutet, welches von der Entwicklung des Schwefels als Schwefelsäure herrührt. Sobald das Aufkochen aufgehört hat, nimmt der Gaarmacher eine Probe, um sich von dem Stande der Dinge zu überzeugen; wenn das Metall fortwährend eine bedeutende Menge Oxydul aufgelöst enthält, so läßt man das Kupfer in die drei äußern Sümpfe ablaufen und hebt es in Scheiben oder Rosetten ab.

Es verfließen gewöhnlich 4 Stunden zwischen der Beendigung der zweiten Periode und dem Abstechen. Das Abheben der Rosetten erfordert ungefähr 2 Stunden.

Die 32,60 Tonnen Schwarzkupfer, welche durch das Verschmelzen der Rückstände im Jahr 1844 producirt worden sind, haben 10 Prozesse erfordert, bei denen man 102 Tonnen Holz verbrannt hat. Es sind dabei 26,10 Tonnen Gaarkupfer und etwa 3,20 Tonnen Schlacken und Krätz erfolgt, die im Durchschnitt mehr als 50 Proc. Kupfer enthielten.

Chemische Reaktionen. — Die chemischen Reactionen sind im Allgemeinen denen gleich, die wir schon weiter oben auseinandergesetzt haben; dennoch würde es nicht unzweckmäßig sein, sie mit wenigen Worten zu wiederholen.

Während der ersten Periode schmilzt das Schwarzkupfer sehr langsam in einer etwas oxydirenden Atmosphäre; ein Theil des Schwefels, Arsens und Antimons werden als schweflige und arsenige Säure und als Antimonoxyd verflüchtigt; es entsteht eine sehr große Menge von Kupferoxydul und eine geringe Menge von Eisenoxyd. Die Berührung des Sauerstoffes in den Flammen mit den schädlichen Körpern, wovon man das Schwarzkupfer befreien will, ist nicht genau genug, daß sich Sulfate, Arseniate und Antimoniate bilden; diese erste Periode ist daher für die Reinigung des Metalles sehr zweckmäßig; man muß sie so viel als möglich zu verlängern suchen, d. h. das Schwarzkupfer recht langsam einschmelzen, in dem Maß, daß sich die geschmolzenen Materialien auf der Sohle sammeln, wirkt das Kupferoxydul auf das Schwefeleisen und producirt Eisenoxydul, metallisches Kupfer und Schwefel; die Reaction wird in Gegenwart eines Ueberschusses an Kupfer bewirkt, der Schwefel kann sich nicht verflüchtigen, allein er verbindet sich mit dem Metalle. Das Kupferoxydul ist nicht in hinreichend großer Menge vorhanden und die Temperatur nicht so hoch, daß sich Arsen und Antimon auf Kosten des Kupfers oxydiren könnten. Höchstens kann eine partielle Umwandlung des Eisen-Arseniurs und Antimoniurs in Verbindungen des Arsens und Antimons mit dem Kupfer in Folge der oxydirenden Einwirkung des Kupferoxyduls auf das mit diesen bei den Körpern verbundene Eisen stattfinden.

Während der zweiten Periode ist die Temperatur höher, die Luf-

unter einer hinreichend starken Pressung eingeführt, um die schnelle Oxydation des Kupfers auf der Oberfläche des Metallbades zu bewirken. Das producirte Kupferoxydul löst sich in dem Metall auf, oxydirt das mit dem Schwefel, dem Arsen und Antimon verbundene Eisen und veranlaßt folglich die Production einer entsprechenden Menge Kupfersulfuret, Arseniur und Antimoniur. Das Eisenoxyd bildet an der Oberfläche Krätz, welches die Wände des Ofens angreift und dadurch nach und nach verschlackt wird. Das am Umfang der Herdsohle gebildete Kupferoxydul, nimmt ebenfalls Kieselerde von der Herdsohle und von den Wänden weg. Die während dieser ganzen Periode erzeugten Krätze und Schlacken enthalten nur wenig Kieselerde und als Basen Eisen- und Kupferoxyde; sie enthalten nur eine sehr geringe Menge von Eisen-Arseniaten und Antimoniaten, die auf der Oberfläche des Bades durch directe Einwirkung der Luft hervorgebracht worden sind. In der metallischen Masse kann das Oxydul den Schwefel, das Arsen und Antimon nicht oxydiren, so lange noch eine wesentliche Eisenmenge vorhanden ist.

Die dritte Periode beginnt in dem Moment, in welchem der Wind abgestellt ist, d. h. wenn sich fast alles Eisen verschlackt hat. Die Oberfläche bedeckt sich alsdann weit langsamer mit Krätz und die oxydirende Einwirkung der Flammen ist hinreichend, um das zu den noch übrig bleibenden Reactionen erforderliche Kupferoxydul zu produciren. Die letzten Eisentheile werden sehr schnell oxydirt und das Verhältniß des in dem Metall aufgelösten Kupferoxyduls wird bald groß genug, daß es vollständig auf das Schwefelkupfer einwirken kann. Die Reaction veranlaßt die Bildung von metallischem Kupfer und schwefliger Säure; die letztere entwickelt sich mit einem starken Aufkochen, welches für den Gaarmacher ein Zeichen ist, daß das Kupfer kein Eisen mehr enthält und daß der ganze Eisengehalt schnell vertrieben werden wird.

Wenn sich keine weitern Blasen von dem Metallbade entwickeln und folglich aller Schwefel verbrannt ist, so kann in dem Kupfer kein Arsen und Antimon mehr zurückbleiben. Der Gaarmacher muß die oxydirende Einwirkung noch eine Zeit lang verlängern, um einen gewissen Theil von dem Oxydul aufzulösen, dessen fortwährendes Vorhandensein der Beweis von der Reinheit des Metalles ist.

Bei allen chemischen Reactionen der zweiten und der dritten Periode des Gaarmachens bleiben das Arsen und das Antimon mit dem metallischen Kupfer verbunden und können nur in sehr geringer Menge oxydirt werden. Das Metall enthält demnach nach dem Aufkochen fast alles Arsen und Antimon, die nicht beim Schmelzen verflüchtigt sind.

Wenn diese beiden Körper nur in geringer Menge eingemischt sind, so kann das Kupfer etwas Oxydul auflösen; man treibt alsdann die Reinigung nicht weiter und macht den Abstich. Bei einem sehr bedeutenden Arsen- und Antimongehalt dagegen erhält das Kupfer die characteristische rothe Farbe des Oxydul-Gehaltes nicht; es bilden sich sehr langsam arsenige Säure und Antimonoxyd, die an der Oberfläche des Bades und in Berührung mit den Flammen Krätz produciren, welches hauptsächlich aus Kupfer-Arseniat und Antimoniat besteht.

Man darf den Prozeß nicht länger fortsetzen; weil das Arsen, Antimon und Kupfer sich fast zu gleicher Zeit oxydiren und zwar im Verhältniß zu der [illegible] geschmolzenen Metall. Man würde

daher ganz unnütz einen bedeutenden Verlust an Kupfer erleiden, ohne eine wesentliche Reinigung des im metallischen Zustande zurückgebliebenen, zu erreichen.

Man kann einen Theil des Antimon dadurch abzuscheiden suchen, daß man eine gewisse Bleimenge in das Bad bringt; es bildet sich eine Legirung von Blei und Antimon, die schwerer als das unreine Kupfer ist und die fast gänzlich in die Spalten der Herdsohle dringt. Es befreit jedoch das Blei das Kupfer nur von einem Theil seines Antimongehalts, während es gar kein Arsen, zu welchem es nur eine geringe Verwandtschaft hat, aufnehmen kann.

Nach der Wirkung des Bleis sucht man in dem Metall eine geringe Oxydulmenge zu produciren und in demselben aufzulösen; erreicht man aber diesen Zweck nicht rasch, so muß man den Abstich machen.

Das zu Czíklova dem Gaarmachen unterworfene Kupfer ist sehr unrein; es ist fast immer nöthig ½ bis 1 Proc. Blei zuzusetzen. Häufig gelangt man aber nicht einmal dahin, das Kupfer bis auf den Punkt zu reinigen, daß man Oxydul darin auflösen kann.

Das Gaarkupfer enthält noch viel Arsen und Antimon, von welchem man nur eine geringe Menge durch Raffiniren im kleinen Herde fortschaffen kann.

Dritter Prozeß. Zugutemachung des Steins. Der bei dem Schmelzen der Amalgamirrückstände dargestellte Stein ist sehr reich und verhältnißmäßig unreiner als das Schwarzkupfer, weil Arsen und Antimon sich größtentheils in dem letztern concentrirt haben.

Man röstet ihn in elf auf einanderfolgenden Feuern in Stadeln, um durch eine progressive und fast vollständige Oxydation die Verflüchtigung der größten Theile der beiden schädlichen Körper zu erlangen. Diese Röstungen erfordern viel Holz und Holzkohlen, weil der Stein nur sehr wenig Schwefel enthält und es erforderlich ist sie stark zu erhitzen, damit die Luft eine stark oxydirende Einwirkung auszuüben vermag.

Es ist nicht erforderlich bei diesem Theil der Zugutemachung stehen zu bleiben, indem die chemischen Wirkungen nicht von denen verschieden sind, die bereits bei den vorhergehenden Beispielen auseinander gesetzt worden sind.

Der geröstete Stein besteht hauptsächlich aus Eisen- und Kupferoxyden; er enthält nur sehr wenig Arseniate, Antimoniate und geschwefelte Verbindungen.

Er wird zu gleicher Zeit mit den Schlacken und dem Krätz von dem Gaarmachen und dem Raffiniren zu Gute gemacht; dieselben enthalten Eisen- und Kupferoxyde, die zum Theil nur mit Kieselerde verbunden sind. Die einen sind unvollkommen geschmolzen und sehr porös, die andern sind aber wirkliche Schlacken oder sehr dichte basische Silicate. Alle enthalten eine sehr verschiedene Menge von mehr oder weniger reinen Kupfergranalien und eine wesentliche Menge von Arseniaten und Antimoniaten.

Diese verschiedenen Substanzen werden in dem Krummofen geschmolzen, der zur Zugutemachung der Amalgamirrückstände dient; man schlägt ihnen etwas Kies, Quarz und kieslige Schlacken von dem Rohschmelzen zu.

Es ist schon weiter oben bemerkt, daß die Hütte zu Czíklova auch aus andern Hütten desselben Bezirks silberhaltiges Schwarzkupfer zur Entsilberung erhielt. Die gerösteten Steine von verschiedenen Hütten sind in einer 14tägigen Campagne verschmolzen. Zur Verschmelzung der Producte der

Cziklovaer Hütte, die aus 8,65 Tonnen gerösteten Stein und 5 Tonnen Krätz und Schlacken vom Gaarmachen bestanden, den man 0,60 Tonnen Kies, 10 Tonnen kieslige Schlacken und 2 Tonnen pulverisirten Quarz zuschlug, erforderten nur 4 Tage.

Man hat daher in dieser Zeit 26,25 Tonnen verschiedene Materialien, d. h. in 24 Stunden 6,56 Tonnen verschmolzen. Man hat 10,50 Tonnen Holzkohlen oder 0,40 derselben auf 1 Beschickung verbraucht.

Man hat 6,50 Tonnen Schwarzkupfer mit 92 Proc. Kupfer und 2,10 Tonnen reichen Stein mit 65 Proc. Kupfergehalt producirt. Die Schlacken enthielten Oxydul in Verbindung mit Kieselerde und Granalien; ihr mittlerer Gehalt betrug mehr als 5 Proc. Die Schlacken kamen fast sämmtlich zum Verschmelzen der Amalgamirrückstände zurück.

Man hat daher aus den geschmolzenen Materialien 7,28 Tonnen Kupfer gewonnen, d. h. etwa 6 Tonnen aus dem Schwarzkupfer und 1,28 aus dem Stein.

Chemische Reactionen. Die chemischen Reactionen bei dem Schmelzen des gerösteten Steines sind wesentlich von denen verschieden, welche bei der Zugutemachung der Rückstände angegeben sind. Der Prozeß befindet sich ganz in denselben Verhältnissen, wie das Schwarzkupferschmelzen; aus diesem Grunde brauchen wir uns daher nicht bei den chemischen Reactionen aufzuhalten und können auf dasjenige verweisen, was über diesen Gegenstand in der allgemeinen Auseinandersetzung des Verfahrens bei der Zugutemachung der kiesigen Erze (Siehe S. 93 2c.) gesagt worden ist.

Das Reductionsvermögen des Kohlenoxyds vertreibt in dem obern Theil des Ofens einen Theil des Arsens und Antimons, die in dem gerösteten Stein und in dem Krätz, d. h. in den porösen Materialien in der Beschickung enthalten sind. Bei denselben Materialien werden die Metalloxyde fast vollständig reducirt, ehe die Gichten noch so tief gesunken sind, daß die Schlacken schmelzen konnten.

Man kann nur einen Theil des Eisens als Oxydul durch die schützende Einwirkung der Schlacken beibehalten. Das in dem metallischen Zustand zurückgeführte Eisen wird durch die zugeschlagenen Kiese nicht gänzlich in Sulfuret verwandelt.

Die reichen Schlacken können ihr Kupferoxydul nur durch Einwirkung des Eisensulfurets verlieren. Diese Reduction ist partiell, weil die Kiese nur in geringer Menge angewendet worden sind und weil auch der Stein nur wenig Schwefel enthält.

Die aus dem Vorherd abfließenden Schlacken müssen daher noch kupferreicher sein; man kann sie nicht wegstürzen, sondern muß sie beim Verschmelzen der Rückstände zuschlagen.

Das Schwarzkupfer und der Stein sind verhältnißmäßig sehr rein, d. h. sie enthalten nur sehr geringe Arsen- und Antimonmengen; der größte Theil dieser beiden Körper ist während des Röstens in Stadeln und während des Röstens im Krummofen verflüchtigt. Das Schwarzkupfer kann direct im kleinen Herde gaar gemacht werden; eine vorherige Verarbeitung im Spleißofen ist nicht erforderlich.

Stein erfolgt in so geringer Menge, daß man ihn nicht für sich zu Gute machen kann oder man müßte ihn denn von mehrern Jahren sammeln, um eine 14tägige Campagne damit machen zu können.

Im Jahr 1844 [illegible] Stein zur Arbeit auf das nächste Jahr

aufbewahrt; er ist in Stadeln in elf Feuern abgeröstet und mit den reinsten Gaarschlacken, aus dem kleinen Herde, so wie mit kiesligen Schlacken und Quarz, verschmolzen worden.

Man kann annehmen, daß bei diesem dritten Schmelzen die 2,10 Tonnen des zweiten Steins 1,20 Tonnen Schwarzkupfer mit 94 Proc. Gaarkupfer, welches nur sehr wenig Arsen und Antimon enthielt, gegeben haben.

Betrachtet man die vollständige Zugutemachung der verschiedenen Producte von den 51 Tonnen silberhaltigem Schwarzkupfer, so hat man für den letzten Prozeß dem Gaarmachen und Raffiniren im kleinen Herde 26,10 Tonnen Gaarkupfer aus dem Schweißofen, sowie 7,70 Tonnen Schwarzkupfer von den beiden Schmelzungen des gerösteten Steins, mit 92—94 Proc. Kupfer, erhalten.

Vierter Prozeß. Das Gaarmachen und Raffiniren im kleinen Herde. — Man macht die drei verschiedenen Produkte von den vorhergehenden Prozessen, für sich im kleinen Herde zu Gute; die Leitung der Arbeit ist bei dem Gaarkupfer anders als bei den beiden Arten von Schwarzkupfer. Das Gaarkupfer aus dem Spleißofen enthält Arsen und Antimon, sowie eine geringe Menge Kupferoxydul; der Zweck des Raffinirens ist daher der, die beiden nachtheiligen Körper so viel als möglich zu entfernen und das Metall in einem solchen Grade der Reinheit darzustellen, daß es leicht verkauft werden kann.

Das beim ersten Schmelzen des gerösteten Steins erlangte Schwarzkupfer enthält Schwefel und Eisen und nur geringe Mengen von Arsen und Antimon; es wird daher auf die gewöhnliche Weise gaar gemacht und giebt ein hinlänglich reines Gaarkupfer.

Ganz dasselbe Verhältniß zeigt sich bei dem Schwarzkupfer, welches durch dieß zweite Schmelzen der gerösteten Steine erfolgt ist; sein Gaarmachen ist noch leichter, das erhaltene Kupfer wesentlich reiner, da es nur Spuren von Arsen und Antimon enthält.

Das Raffiniren des Gaarkupfers. — Die Rosetten werden in Stücken zerschnitten und im kleinen Herde unter dem Winde der Form, und in der oxydirenden Zone langsam eingeschmolzen. In dieser ersten Periode des Prozesses bildet die unvollständige Oxydation eine gewisse Menge von arseniger Säure und Antimonoxyd, die sich verflüchtigen.

Das eingeschmolzene Metall enthält eine bedeutende Menge von Kupferoxydul, dessen stufenweise Reduktion man dadurch bewirkt, daß man das Bad mit Kohle bedeckt und die Düse emporhebt. Sobald die Reduction fast vollendet ist, nimmt man die Kohlen weg, stellt den Wind ab und hebt das Kupfer in Scheiben oder Rosetten ab.

Der einzige Theil des Raffinirens, der zur Reinigung des Metalles dienen könnte, ist die langsame Schmelzung in einer oxydirenden Athmosphäre. Man erhält ein unreines Product, welches man in dem Lande selbst abzusetzen suchen muß.

Jeder Prozeß wird mit 260 Kilogrm. Gaarkupfer ausgeführt und dauert 3 Stunden; dieselben Arbeiter können abwechselnd in den beiden neben einander liegenden Herden arbeiten und in einer Schicht 1 Tonne unreines Kupfer raffiniren.

Das Raffiniren im kleinen Herde ist nicht immer nothwendig und wird nur dann angewendet, wenn das im Spleißofen gaar gemachte Kupfer so unrein ist, daß es nicht verkauft werden kann. Es bildet jedoch eine

sentliche Ergänzung der Reihe der Hüttenprozesse, welche in dem Banat angenommen worden sind. Aus diesem Grunde nehmen wir daher auch hier an, daß die 26,10 Tonnen Gaarkupfer sämmtlich raffinirt worden seien und berechnen hier die Kosten dafür.

Unter dieser Voraussetzung würde man 21 Tonnen Holzkohlen verbrannt und 78 Arbeiterschichten verwendet haben.

Das Gaarmachen des Schwarzkupfers. — Das von den bei den Steinschmelzungen herkommende Schwarzkupfer enthält Eisen und Schwefel, aber sehr wenig Arsen und Antimon, und es ist daher nicht erforderlich es vorher im Spleißofen zu verarbeiten, sondern man kann es direct im kleinen Herde gaar machen.

Der Prozeß hat gar nichts besondres und es würde daher hier nur schon Gesagtes wiederholt werden müssen.

Die Charge besteht aus 270 Kilogrm. und der ganze Prozeß erfordert 4 Stunden; man erhält etwa 0,85 ziemlich reines Gaarkupfer aus dem auf den Herd getragenen Schwarzkupfer.

Producte. — Man hat aus der Zugutemachung der Amalgamirrückstände gewonnen:

	25,75	Tonnen Rosetten vom Raffiniren, und
	6,55	„ „ „ Gaarmachen.
Summa	32,30	Tonnen verkäufliches Kupfer.

Zugutemachungskosten. — Die Specialkosten, welche sich auf die gesammten Prozesse beziehen, aus denen die dritte Abtheilung oder die Zugutemachung der kupferhaltigen Rückstände besteht, waren die folgenden:

Arbeitslöhne und Aufsicht, 209 Schichten . .	261,25	Frcs.
Holzkohlen, 101 Tonnen à 15 Frcs.	1515,00	„
Holz, 105 Tonnen à 4 Frcs.	420,00	„
Quarz, 3 Tonnen à 10 Frcs.	30,00	„
Kiese, 15,60 Tonnen à 25 Frcs.	390,00	„
Blei, 0,50 Tonnen à 500 Frcs.	250,00	„
Gezähe, Reparaturen, diverse Kosten	500,00	„
Summa	3366,25	Frcs.

Die kupferhaltigen Rückstände enthielten 33,50 Tonnen Kupfer und da man 32,33 Tonnen gewonnen hat, so beläuft sich der Metallverlust auf 1,20 Tonnen, d. h. 0,036 auf 1 Kupfer auf 1 des Kupfergehalts in den Rückständen.

Nach diesen Zahlen betragen die Specialkosten auf 1 Tonne silberhaltiges Schwarzkupfer wie folgt:

Arbeitslöhne und Aufsicht 4,06 Schichten . .	5,122	Frcs.
Holzkohlen, 2 Tonnen	30, 00	„
Holz, 2,006 Tonnen	8,024	„
Quarz, 0,059 Tonnen	0,590	„
Kiese, 0,30 Tonnen	7,500	„
Blei, 0,01 Tonnen	5,000	„
Gezähe, Reparaturen, diverse Kosten	9,800	„
Summa	66,036	Frcs.

Man hat aus der Tonne Schwarzkupfer 0,633 Tonnen verkäufliches Kupfer dargestellt.

Es sollen nun die Specialkosten von der Zugutemachung von 1 Tonne Schwarzkupfer auf Silber und Kupfer in einer einzigen Tabelle zusammengestellt werden.

Arbeitslöhne und Aufsicht, 21,806 Schichten .	23,770 Frcs.
Holzkohlen, 2,065 Tonnen	30,975 „
Steinkohlen, 3,710 Tonnen	22,260 „
Holz, 2486 Tonnen	9,444 „
Quarz, 0,059 Tonnen	0,590 „
Kiese, 0,350 Tonnen	8,750 „
Kochsalz, 0,120 Tonnen	4,200 „
Blei, 0,010 Tonnen	5,000 „
Quecksilber, 1,740 Kilogrm.	17,400 „
Kalk, 0,06 Kubikm.	9,600 „
Gezähe, Reparaturen, diverse Kosten	24,542 „
Summa	148,031 Frcs.

Die Tonne silberhaltiges Schwarzkupfer enthält im Durchschnitt 1,744 Kilogrm. Silber und 0,681 Tonnen Kupfer.

Man hat daraus gewonnen 1,608 Kilogr. Silber und 0,633 T. Kupfer.

Man hat daher verloren 0,136 Kilogrm. Silber und 0,048 Tonnen Kupfer, d. h. 7,8 Proc. Silber und 7 Proc. Kupfer von dem durch die Proben angegebenen Gehalt.

Es müssen jetzt die Specialkosten auf 1 Tonne des zu Gute zu machenden Erzes zurückgeführt werden. Die sich auf die Amalgamation beziehenden Specialkosten sind schon angegeben worden, und es bleiben daher nur noch die durch die Zugutemachung der kupferhaltigen Rückstände veranlaßten. Man erhält sie, wenn man die für 1 Tonne Schwarzkupfer angeführten Zahlen mit dem Coefficienten 0,0482 multiplicirt:

Arbeitslöhne, 0,196 Schichten	0,245 Frcs.
Holzkohlen, 0,0964 Tonnen	1,446 „
Holz, 0,0967 Tonnen	0,387 „
Quarz, 0,0028 Tonnen	0,028 „
Kiese, 0,0145 Tonnen	0,362 „
Blei, 0,00048 Tonnen	0,241 „
Gezähe, Reparaturen, diverse Kosten	0,472 „
Summa	3,181 Frcs.

Gewonnenes Kupfer 0,0305 Tonnen, Kupferverlust 0,0025 Tonnen.

Die sich auf den ersten Theil der Zugutemachung, d. h. auf die Production des silberhaltigen Schwarzkupfers beziehenden Specialkosten haben auf die Tonne Erz 16,85 Frcs. betragen; die einzelnen Ansätze dieser Kosten sind die nachstehenden:

Arbeitslöhne, 1,863 Schichten	1,743 Frcs.
Holz, 0,161 Tonnen	0,644 „
Holzkohlen, 0,2506 Tonnen	3,759 „
Cokes, 0,524 Tonnen	6,288 „
Quarz, 0,0218 Tonnen	0,218 „
Gezähe, Reparaturen, diverse Kosten	4,198 „
Summa	16,850 Frcs.

Wenn man nun die Summe der Specialkosten, die sich auf die drei Abtheilungen der gesammten Zugutemachung beziehen, aufstellt, und sie auf 1 Tonne Erz zurückführt, so erhält man für sämmtliche Banater Hüttenprozesse:

Arbeitslöhne, 2,911 Schichten	2,884	Frcs.
Holz, 0,2577 Tonnen	1,031	„
Steinkohlen, 0,205 Tonnen	1,208	„
Holzkohlen, 0,347 Tonnen	5,205	„
Cokes, 0,524 Tonnen	6,288	„
Quarz, 0,0246 Tonnen	0,246	„
Kiese, 0,0169 Tonnen	0,422	„
Kochsalz, 0,0058 Tonnen	0,202	„
Blei, 0,00048 Tonnen	0,241	„
Quecksilber, 0,084 Kilogrm.	0,840	„
Kalk, 0,0029 Kubikmeter	0,029	„
Gezähe, Reparaturen, diverse Kosten	5,378	„
Summa	23,974	Frcs.

Die Tonne Erz enthielt annähernd:

Silber, 0,0835 Kilogrm.
Kupfer, 0,033 Tonnen.

Man hat gewonnen:

Silber, 0,0770 Kilogrm., deren Werth ist:	17,094	Frcs.
Kupfer, 0,0305 Tonnen, „ „ „	76,250	„
Summa	93,344	Frcs.

Der Verlust betrug:

Silber, 0,0065 Kilogrm.
Kupfer, 0,0025 Tonnen.

Das gewonnene Silber ist etwas goldhaltig und wird daher in der Münze zu Wien geschieden.

Ueber die Generalkosten bei der Hütte zu Cziklova können wir nichts mittheilen, jedoch sind sie bei der verhältnißmäßig sehr geringen Production, sehr hoch.

Die Bedingungen, unter denen die Erze von den Bergbautreibenden angekauft werden, sind der Art, daß die Hütte keinen Ertrag geben kann; sie kauft dieselben nach den Proben an und zwar im Verhältniß von 1940 Frcs. für die Tonne Kupfer und von 222,40 Frcs. für das Kilogrm. Silber; für die goldhaltigen Erze zahlt man den Goldwerth mehr. Es würde daher, selbst wenn man annimmt, daß bei den Proben auf dem trocknen Wege dieselben Verluste stattgefunden haben, wie bei den Hüttenprozessen, im Jahre 1844 die Tonne zu Gute gemachtes Erz, ohne Berücksichtigung des Goldgehalts mit 76,264 Frcs. bezahlt worden sein.

Setzt man nun diesen Erzpreis zu den Kosten der Zugutemachung von 23,974 Frcs., so erhält man eine Summe, die den aus den Erzen gezogenen Werth übersteigt.

Schließlich muß noch bemerkt werden, daß der Brennmaterialverbrauch bei den Banater Hüttenprozessen ein sehr großer ist, indem auf 1 Tonne Erz 1,33 Tonnen Brennmaterialien verschiedener Art kommen, und daß das Holz, die Holzkohlen, die Cokes und die Steinkohlen wohlfeiler sind, als in irgend [illegible]

Die Zugutemachungskosten bei demselben Verfahren würden daher in einer andern Hütte weit höher sein als zu Czиklova; das Verfahren würde nur bei weit reichern Erzen anwendbar sein.

Die Silber- und Kupfer-Extraction bei der k. k. Kupferhütte zu Tajova in Niederungarn im Jahre 1858*).

Die silberhaltigen Rohleche, welche bei der Altgebirger k. k. Kupferhütte von den Aerarial-Herrengrunder und gewerkschaftlichen Sandberger Fahlerzen erzeugt wurden, sind bis zum Jahre 1850 mittelst der in Tajova in Anwendung gestandenen Verbleiungsmanipulationen entsilbert und das hierbei abgefallene Werkblei am Treibherde auf Blicksilber abgetrieben worden.

In Folge der Kostspieligkeit dieses Prozesses, hauptsächlich aber wegen des großen bei demselben stattgefundenen Brennstoff- und Bleiverbrauchs wurden im Jahre 1850 in Tajova Versuche im Großen zur Entsilberung der obigen Rohleche nach der Augustin'schen Silberextractionsmethode eingeleitet und bis zum Jahre 1853 fortgesetzt. Nachdem jedoch auch die bei der Extraction der obigen Rohleche erzielten Erfolge, obwohl sie die Resultate der früheren Verbleiung bei Weitem übertrafen, dennoch den dießfälligen hierauf basirten Erwartungen hauptsächlich deßwegen nicht entsprechen, weil der bei der Extraction der Rohleche stattgefundene gesammte Silberabgang 20 bis 24 Proc. betrug, wurde im Jahre 1854 sowohl die Rohlechextraction, als auch die Verbleiung, welche in den Jahren 1852 und 1853 mitunter noch betrieben wurde, gänzlich eingestellt und die Silberextraction in Tajova ausschließlich auf die Entsilberung der Schwarzkupfer, welche aus den im Freien verrösteten Rohlechen in Schachtöfen erzeugt wurden, beschränkt. Die Schwarzkupferextraction befindet sich demnach seit dem Jahre 1854 in Tajova in ununterbrochenem currenten Betriebe und liefert sowohl in ökonomischer als auch in manipulativer Beziehung viel günstigere Resultate, als die frühere Verbleiung, aber auch günstigere, als die Rohlechextraction.

Seit der im Jahre 1850 stattgefundenen Einleitung der Silberextraction wurden in Tajova außer den mit Rohlech- und Schwarzkupfer ausgeführten Extractionsversuchen eben solche mit silberhältiger Kupferspeise, welche bei der Roharbeit aus Mangel an hinlänglichem Schwefel erhalten wird und reich an Antimon ist, ferner mit bleiischem Schwarzkupfer, mit Oberlechen und schließlich mit Silber- und Kupfererzen vorgenommen und durchgeführt.

Indem die Aufgabe dieser Abhandlung keine andere sein kann, als

---

*) Diese Arbeit, die wir anhangsweise auf die Beschreibung der veralteten und unvortheilhaften Schwarzkupfer-Amalgamation zu Czиklova folgen lassen, hat den k. k. Hüttenverwalter Ferjentsik zu Tajova zum Verfasser; sie ist im „Bericht über die erste allgemeine Versammlung von Berg- und Hüttenmännern zu Wien." (Daselbst 1859), S. 77 mitgetheilt, woraus wir sie entnehmen. H.

einen klaren Ueberblick über die bisherigen Extractionserfolge, wie über die Fortschritte, welche seit der Einleitung der Extraction in Tajova bei derselben gemacht worden sind, zu verschaffen, kann sich Referent, um der Weitläuftigkeit zu entgehen, in eine genaue Detaillirung der einzelnen Versuche nicht einlassen, sondern er wird nur die wichtigeren Momente der einzelnen Versuche und deren Erfolge berühren und sich blos auf eine kurze Detaillirung der Schwarzkupferextraction beschränken, weil diese in Tajova seit 4 Jahren in currentem Gange sich befindet und einer genaueren Würdigung unterzogen und mit der Amalgamation verglichen zu werden verdient.

A. Die Schwarzkupferextraction.

Erzeugung der Schwarzkupfer. Die von der Roharbeit erhaltenen Rohleche, welche vor dem Jahre 1850 mittelst der Verbleiung, und seit dem Jahre 1850 bis 1853 mittelst der Extraction unmittelbar entsilbert wurden, werden mit 10 bis 12 Feuern im Freien verröstet und sonach wegen ihres hohen Kupferhaltes (die Rohleche halten 35 bis 40 Pfd. Kupfer pr. Ctr.) im Halbhochofen unmittelbar auf Schwarzkupfer durchgestochen.

Bei dieser Schwarzkupferarbeit (Rostdurchstechen) wird gleichzeitig und mit dem günstigsten Erfolge, ohne der Güte des daraus zu erzeugenden Gaarkupfers zu schaden, auch die bei der Roharbeit der Fahlerze abfallende Rohspeise (mit dem Halte von 24 bis 30 Pfd. Kupfer und 3 bis 7 Loth Silber), im Verhältniß ihres Vorrathes, zwischen 10 bis 20 Proc. in unverröstetem Zustande jeder Vormaß zugetheilt und mit verschmolzen. Das bei diesem Schmelzprozesse erhaltene Schwarzkupfer wird auch in der Oesterreichischen Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen, Jahrgang 1857, Nr. 19 beschriebene Art gleich beim Schmelzofen, nachdem die Oberlechscheiben von dessen Oberfläche vollständig abgehoben worden sind, noch in halbflüssigem Zustande aus dem Tiegel mit großen Löffeln ausgeschöpft und auf einer gußeisernen Platte mit hölzernen großen Hämmern möglichst klein zerrieben.

Diesem Zwecke, nämlich dem Zerkleinern des Schwarzkupfers würde auch das Granuliren entsprechen, jedoch muß hierbei die Vorsicht gebraucht werden, daß das Kupfer aus dem Schmelzofen nicht unmittelbar in das Wasserbassin, sondern in einen Tiegel abgestochen und der Ofen allsogleich gestopft werde, sobald aus demselben das Oberlech zu fließen beginnt. Das nun im Tiegel befindliche Kupfer muß noch im lebhaft flüssigen Zustande in ein großes, 8 Fuß tiefes, 5 bis 6 Fuß breites Bassin bei ununterbrochenem Wasserzufluß abgelassen werden, da sonst sich schrotartige Granalien bilden würden, deren weitere Zerkleinerung sehr mühsam und kostspielig wäre. Bei vorsichtig geleitetem Granuliren erhält man zusammengedrehte dünne, den Hobelspähnen ähnliche Kupferspähne, welche eben so gut, wie das auf einer Gußplatte auf die obangeführte Weise zerkleinerte Schwarzkupfer, in kaltem Zustande gestampft und gemahlen werden können.

Diese Zerkleinerungsmethoden sind in ihrer Anwendung von Localumständen abhängig. Die erste ist einfach, nicht kostspielig und nicht gefährlich, unter allen Umständen ausführbar und besonders dort anzuempfehlen, wo keine verläßlichen Arbeiter zu haben sind, hauptsächlich aber, wo das erhaltene Schwarzkupfer einen zu hohen Kupfergehalt besitzt. Was den Silber- und Kupfergehalt der [illegible] ... fer anbelangt, muß die Beschickung bei jedesmali[illegible] ... rden, damit ein Schwarzkupfer

mit durchgehends gleichem Kupfer= und Silberhalte falle, und zwar mit 80 bis höchstens 85 Pfd. Kupfer, weil Schwarzkupfer mit einem höhern Kupfergehalt sich sehr mühsam zerkleinern lassen und auch im Röstofen einer längern Röstungsdauer unterzogen und mit einer größern Kochsalzmenge beschickt werden müssen.

Zerkleinerung des Schwarzkupfers in der Stampfe und Mühle. — Die Stampfe ist auf 6 Eisen eingerichtet und unterscheidet sich von der gewöhnlichen nur dadurch, daß sie eine dicke gußeiserne Unterlage und eine eiserne Seitenbekleidung besitzt, und die

Mühle dadurch, daß sie zur Zerkleinerung der Schwarzkupfer mit gußeisernem Bodenstein und Laufer, beide von hartem Guß, versehen ist, welche, so oft sie im Gebrauche platt werden, scharf gehackt werden müssen. Ferner besitzt der Mühlkasten eine Siebvorrichtung mit 30 Maschen per Quadratzoll, um die gröberen Mehle gleich aushalten und der Mühle neuerdings übergeben zu können.

Die Zerkleinerung der Schwarzkupfer geschieht sowohl bei der Stampfe als auch bei der Mühle in kaltem Zustande. Die gestampften Schwarzkupfer werden durch ein Räderwerk, welches durch den Mechanismus der Stampfe selbst in Bewegung gesetzt wird, und mit zwei übereinander gestellten und in der Maschenzahl von einander verschiedenen messingenen Sieben versehen ist, sortirt.

Das Zerkleinern bei der Stampfe, als eine Vorarbeit für die Mühle betrachtet, hat hauptsächlich die Aufgabe, möglichst viel Mittelmehl, welches zur Mühle kommt, zu erzeugen. Der Stampfer muß daher die Mehle in den Pochsätzen nicht lange liegen lassen, deren nicht viel, aber sehr oft aufschütten, fleißig wenden und die gestampften Mehle auf das Räderwerk zur Sortirung aufgeben.

Das Verfahren bei der Stampfe und Mühle ist von dem überall gebräuchlichen nicht verschieden, es verdient blos die Zustellung der Mahlsteine erwähnt zu werden, welche für einen guten Mahlgang sehr wesentlich ist und hauptsächlich darin besteht, daß der Laufer und Bodenstein in der Mitte, nämlich um die Steinspindel, wo das Mahlgut zwischen die Steine fällt, am weitesten von einander abstehen sollen und dieser Abstand bis $\frac{1}{3}$ der Entfernung von der Steinperipherie sich langsam gänzlich verliere, von hier aber bis auf deren äußersten Umfang beide genau aufliegen sollen.

Röstung der Schwarzkupfermehle im Röstofen. — Zu diesem Zwecke wird ein doppelherdiger Röstofen verwendet, welcher mit einem Rost und Aschenfall, der sich bei dem untern Herde befindet, versehen ist. Der Rost ist aus feuerfesten, hierorts zu diesem Zwecke erzeugten Ziegeln der Breite der Feuergasse nach mit einer Entfernung der einzelnen Stäbe von 1 bis $1\frac{1}{2}''$ gebildet und leistet aus dem Grunde viel bessere Dienste, als ein gußeiserner, weil er sich nicht wirft und nicht so schnell verbrennt; es ist nicht kostspielig, und selbst schadhafte Stellen desselben können ohne Zeitverlust schnell hergestellt werden.

Zur Ableitung des aus dem Röstofen entweichenden Chlorgases und der während der Röstung gebildeten flüchtigen Chlorsalze muß zum Schutze der Arbeiter unmittelbar ober der Arbeitsöffnung des untern Herdes ein Mantel, der am zweckmäßigsten und mit den geringsten Auslagen von Eisenblech hergestellt und mit der oberhalb des obern Rostherdes befindlichen Flugstaubkammer in Verbindung gesetzt werden kann, angebracht werden

Beschickung. Die bei der Stampfe sowohl, als auch bei der Mühle erhaltenen und zur Extraction geeigneten Schwarzkupfermehle werden der Röstung überwiesen und in dem obigen Röstofen parthienweise verröstet. Eine Röstparthie besteht gewöhnlich aus einer Beschickung von 5 Ctr.; nämlich jedesmal aus 4 Ctr. rohen Schwarzkupfermehlen, welchen 1 Ctr. entweder von dem [illegible] der [illegible] selbst erzeugten silberhältigen Cementkupfer, oder in dessen Ermangelung von den Röstgraupen, oder aber von beiden zu gleichen Theilen zugetheilt wird. Dieser Beschickung wird Kochsalz zur Chlorsilber-Bildung in gemahlenem Zustande in geradem Verhältniß mit dem Kupfer, hauptsächlich aber mit dem Silberhalte des Schwarzkupfers zugegeben. Bei einem Durchschnittshalte des Schwarzkupfers von 6 bis 9 Loth Silber werden gewöhnlich auf jedes Loth Silber ein Pfund Kochsalz zugetheilt, demnach auf 8löthiges Schwarzkupfer 8 bis 9 Pfd. per Ctr. und auf eine Röstparthie von 4 Ctr. rohen Kupfermehlen 32 bis 36 Pfd. Kochsalz. Von 10löthigem Schwarzkupfer aufwärts kann auf jedes Loth Silber weniger als 1 Pfd., von 6löthigem Schwarzkupfer abwärts muß auf jedes Loth Silber mehr als 1 Pfd. Kochsalz angewendet werden. Diese Angaben mögen blos zum beiläufigen Anhaltspuncte dienen, da hiervon nach der Beschaffenheit des Schwarzkupfers im Laufe der Extraction selbst nach Bedarf abgewichen und die entsprechendste Kochsalzmenge jedesmal versuchsweise ausgemittelt werden kann.

Röstung am oberen Herd. — Die oben angeführte Röstparthie, nachdem sie mit der erforderlichen Kochsalzmenge beschickt und damit fleißig vermengt worden ist, wird auf den obern Röstherd zur Verröstung aufgetragen und zur Vermeidung der Graupenbildung bis zum Rothwerden derselben unausgesetzt gekrählt. Dieser Zeitpunkt des Rothwerdens tritt in der Regel in einer Stunde und am spätesten in 5/4 Stunden ein. War der obere Herd von der vorigen Parthie zu stark erhitzt, so muß der Fuchs, bei welchem die Flamme auf den Herd tritt, mit Gußplatten oder Ziegeln verlegt werden. Damit die eingetragene rohe Parthie nicht vor einer Stunde nach dem Eintragen erglühe, um der Graupenbildung, dem Auflegen des Herdes und vorzüglich dem Silberabgang auszuweichen, was bei den antimonischen (speisigen) Geschicken vorzugsweise der Fall ist, so lange die Chlorentwickelung, wodurch das Silber gegen Verflüchtigung geschützt würde, noch nicht begonnen hat. Hat die Parthie ungeachtet des verlegten Fuchses die Rothglühhitze zu schnell angenommen, so müssen derselben, um die Temperatur des Ofens zu ermäßigen, 20 bis 40 Pfd. Rostgraupenmehl nachgetragen werden. Demnach ist die erste, oder die sogenannte Anzündungsperiode die wichtigste auf dem oberen Herde, während welcher die Mehle sehr fleißig gekrählt und die gebildeten Rostgraupen unausgesetzt zerklopft werden müssen. Die übrige Röstungszeit ist minder wichtig.

Die Mehle, welche die erlangte Rothgluth fortbehalten, müssen jede halbe Stunde mit der Rostbrücke aus allen Seiten und Ecken des Ofens gegen dessen Mitte in einem langen Kamm zusammengezogen und mit der Wendschaufel gewendet werden, in der übrigen Zeit erfolgt das Wenden und Krählen abwechselnd mit dem Roststechen selbst, mit dessen Rücken die Mehle sowohl von der Rückwand, als auch von der Arbeitsseite vom Herde rein weggekrählt und gegen die Mitte des Ofens hingeschoben werden.

Röstung am unteren Herde. — Nach erfolgter Gaarröstung und Entfernung der vollständig verrösteten Parthie aus dem untern Herde wird

die bereits vorgeröstete Beschickung des obern Herdes auf den untern gelassen und daselbst gaargeröstet. Das hierbei zu beobachtende Röstungsverfahren unterscheidet sich von jenem am obern Herde nur insofern, als die Parthie auf dem untern vollends, demnach mit Zuhilfenahme von Feuerung verröstet werden muß.

Die Parthie erlangt in Folge der höhern Temperatur des untern Herdes eine lebhafte Rothgluth, in welcher sie durch etwa 2 Stunden erhalten wird. Aus diesem Grunde, vorzüglich aber, um die bereits gebildeten antimonsauren und arsensauren Silbersalze zu zersetzen, wird derselben, so oft sie dunkel zu werden beginnt, von Zeit zu Zeit in geringen Mengen entweder Kohlenklein oder trockene Reiße, Nadeln von Nadelhölzern und dergleichen zugetheilt.

Durch dieses Verfahren erhalten die Mehle eine solche Temperatur, daß während dieser Zeit die Rostfeuerung ausgesetzt und erst gegen Ende der Röstung 1¾ oder 1¼ Stunde vor dem Herausziehen der Röstpost aus dem Ofen wieder angewendet wird. Eine halbe Stunde vor dem Beginn der Feuerung, in welcher Zeit der Ofen bei unausgesetzter, nach und nach steigender Temperatur gehalten wird, werden die Mehle mit der Rostbrücke von den Seitenwänden und allen Ecken des Ofens gegen dessen Mitte in einen langen Kamm zusammengezogen und so gewendet, daß die der Feuerbrücke zunächst gelegenen Mehle, welche bis nun der höchsten Temperatur ausgesetzt waren, in die Nähe des Fuchses, wo die Temperatur bedeutend geringer ist, und von diesem wieder an die Feuerung gerückt werden, um hierdurch die ganze Parthie einer gleichförmigen Temperatur auszusetzen.

Während des Wendens wird die Rostfeuerung eingestellt, damit der Röster von der Flamme nicht belästigt werde und in der Lage sei, die Mehle vom Herde möglichst rein wegzukrücken, um beim Herausziehen der Parthie aus dem Ofen nicht mitunter halbverröstete Mehle zu erhalten.

Nach vollendeter Wendung wird die Feuerung noch ¼ bis ½ Stunden fortgesetzt, jedoch meistens mit Tannenreißig (Ruthenbündeln), bis die Mehle weich und klebrig zu werden beginnen, darnach aber gänzlich aufgelassen. Diese Röstungsperiode ist die Gaarröstung; sie ist die wichtigste Arbeit des untern Herdes, von welcher die vollständige Röstung und das Gelingen der Extraction abhängt. Ihre Dauer beträgt in der Regel ¾ bis 1 Stunde. Die Gaarröstung ist deshalb so wichtig, weil sie die Aufgabe hat, das allenfalls noch nicht chlorirte Silber durch gesteigerte Chlorentwickelung zu chloriren und die gebildeten auflöslichen Chloride theils zu zersetzen, theils zu entfernen.

Ist die Feuerung nach verrichteter Gaarröstung eingestellt, so wird die Parthie im Ofen fleißig durchgekrählt und mit dem Rücken des Rostrechens selbst vom Herde gegen die 21 Litte desselben rein weggekrählt und dergestalt die Mehle gleichsam umgewendet, die bei der Gaarröstung gebildeten Röstgruben fleißig zerklopft und aus dem Ofen gezogen. Diese Röstungsperiode ist die Abkühlungsperiode und dauert ¼ bis ½ Stunden. Dabei sollen die Mehle nach eingestellter Feuerung bei der lebhaften Temperatur des Ofens unter starker Zuströmung der atmosphärischen Luft einer vollständigen Oxydation ausgesetzt und der Ofen selbst zur Aufnahme der nächsten Parthie abgekühlt werden.

Die Röstungsdauer hängt analog der Kochsalzzutheilung von dem Kupfer und silberreiche Schwarzkupfer länger als ärmere geröstet werden

müssen. Die gewöhnliche Röstzeit für beide Ofenetagen zusammen genommen ist 8 bis 12 Stunden.

Der Röstung muß die größte Aufmerksamkeit zugewendet werden; denn ist die Röstungstemperatur zu niedrig, die Kochsalzzutheilung zu gering, oder die Röstungsdauer zu kurz, so werden silberreiche Schwarzkupferrückstände (entsilberte Schwarzkupfermehle) erhalten; ist dagegen die Temperatur zu hoch, so sind große Röstungssilberversuche unvermeidlich.

Bei der Extraction, wie bei der Amalgamation wird das Silber als Chlorsilber in Kochsalzlauge aufgelöst, und zwischen beiden Verfahrungsarten besteht der wesentliche Unterschied blos darin, daß bei der Extraction das Silber aus der Lauge mittelst Kupfer metallisch gefällt und als Cementsilber gewonnen, bei der Amalgamation hingegen aus der Lauge im Quickfasse durch Kupferkugeln zwar ebenfalls metallisch gefällt, jedoch von Quecksilber aufgenommen wird. Das erhaltene Amalgam wird sodann geglüht und das hierbei zurückbleibende Silber eingeschmolzen.

Sieben oder Rättern der verrösteten Schwarzkupfermehle. — Die gaargerösteten Schwarzkupfermehle werden aus dem Ofen durch die Arbeitsöffnung in einem zweirädrigen Wagen, dessen Kasten aus starkem Eisenblech verfertigt ist, herausgezogen, auf einen Kühlplatz ausgestürzt und daselbst zur schnellern Abkühlung in einer dünnen Schicht ausgebreitet. Sind die Kupfermehle genug abgekühlt, so werden sie in einem Cylindersieb gesiebt, nachdem man sie früher, um das Stauben zu verhindern, mit der Extractionslauge schwach angefeuchtet hat.

Die hierbei erhaltenen Mehle werden der Auslaugung, die Röstgraupen aber, welche noch großen Theils unverröstet sind, der Mühle zum Schroten und sonach abermals der Röstung übergeben, indem man sie entweder, wie oben bemerkt, den rohen Kupfermehlparthien in Mengen von 1 Ctr. zutheilt oder parthienweise zu 5 Ctr., größtentheils ohne Kochsalzzuschlag, in 3 bis 4 Stunden am untern Herde für sich verröstet.

Extraction oder Auslaugung der verrösteten Mehle. — Diese hat die Aufgabe, das bei der Röstung gebildete Chlorsilber in warmer concentrirter Kochsalzlauge aufzulösen, um aus dieser Auflösung das Silber mittelst Kupfer und dann das aufgelöste Kupfer mit Eisen in metallischem Zustande zu fällen. Zur Auslaugung und zur Auflösung des Chlorsilbers aus den verrösteten Mehlen wurden bis nun in Tajova runde 3′ breite, 1′ 10″ hohe, mit eisernen Reifen beschlagene Bottiche angewendet. Da aber diese Bottiche zu kostspielig sind, einen großen Raum für sich in Anspruch nehmen und die eisernen Ringe von der kupferhaltigen Extractionslauge schnell angegriffen und verzehrt werden, so sollen zur Vermeidung dieser Uebelstände künftighin große viereckige, mit hölzernen Zwingen versehene hölzerne Auslaugkästen, welche wenigstens 12 bis 16 Ctr. der verrösteten Mehle aufzunehmen im Stande sind, beigeschafft werden.

Auf den Boden des oben beschriebenen Bottichs werden zwei in's Kreuz über einander gelegte Leisten, welche auf zollhohen kleinen Unterlagen ruhen und den Boden nur an der Peripherie und in der Mitte berühren, aufgelegt, darauf ein beweglicher durchlochter zweiter Boden eingelegt, welcher mit Tannenreißig zollhoch und gleichförmig dicht bedeckt wird, um hierdurch dem darauf ruhenden Filter zum leichtern Abfluß der Lauge eine lockere Unterlage zu verschaffen, und schließlich ein Filter von grober Leinwand, welche auf einen hölzernen [illegible] der Größe der innern Peripherie des

Bottichs aufgespannt ist, aufgetragen und der zwischen den Reifen und der Seitenwand des Bottichs etwa befindliche Zwischenraum mit Werg genau verstopft. Es muß hierbei vorzüglich darauf gesehen werden, daß alle Maschen des Filters vollkommen und gleichförmig offen und nicht mit Schlamm verstopft seien.

Die gesiebten, gewogenen und mit der Extractionslauge auf dem Kühlplatze selbst angefeuchteten Mehle werden auf das Filter in kleinen, 50 Pfd. fassenden Kästen aufgetragen und mit einer Leiste so geebnet, daß sie das ganze Filter gleichmäßig bedecken. Auf das Ganze wird ein leichter, mit kleinen Oeffnungen versehener, hölzerner Schwimmer gelegt, der die Aufgabe hat, den in den Bottich einfallenden Laugenstrom über den ganzen Bottich gleichförmig zu vertheilen.

So lange die Mehle mit der Extractionslauge nicht gänzlich getränkt sind, wird ein schwacher Laugenstrom eingeleitet, darauf der Zufluß verstärkt, bis die Lauge im Bottich einen Fuß hoch steht, worauf die Einflußpipe gänzlich und die Ausflußpipe etwas später, aber völlig geöffnet wird, und der weitere Laugenstand in dem Extractionsbottiche nach dem Abfluß der Reichlauge, welche immer mit voller Pipe abfließen muß, durch die Einflußpipe regulirt.

Zur Ueberwachung der Auslaugung werden zeitweise Proben auf den Silberhalt der Lauge mittelst einer blanken Kupferplatte genommen, welche dem Strome der aus dem Extractionsbottiche entweichenden Reichlauge ausgesetzt wird, indem man die Intensität des Silberbeschlages und die Zeit, in welcher derselbe erfolgt, beachtet.

Ist der Silberbeschlag selbst dann, wenn die Kupferplatte 4 Minuten lang dem Laugenstrome ausgesetzt war, sehr schwach, demnach die Entsilberung der Mehle ihrem Ende nahe, so wird der Laugenzufluß eingestellt und abgewartet, bis die Lauge aus dem Bottiche abgeflossen ist, sonach die Mehle auf dem Filter mit einer hölzernen Mehlschaufel gewendet und die Lauge auf die Mehle wieder angelassen.

2 bis 4 Stunden nach diesem Wenden, wenn in der abfließenden Lauge mittelst der Kupferplatte selbst noch 15 Minuten kein Silberbeschlag nachgewiesen werden kann, wird der Laugeng und Fluß gänzlich abgesperrt, die Lauge aus dem Bottich vollständig abgelassen, und hiermit die eigentliche Entsilberung der Mehle vollendet. Hierauf werden die mit der Lauge getränkten Mehle mit heißem Wasser, welches mittelst Lutten aus einem Kessel dahin geleitet wird, ausgewaschen. Dieses Waschwasser wird gegenwärtig in Ermangelung eines eigens hierzu bestimmten Bassins in die Extractionslauge geleitet.

Die Extractionsdauer ist, da sie von vielen Umständen abhängt, sehr verschieden; sie ist bedingt theilweis durch die Menge der im Bottiche eingesetzten Mehle, durch den Abfluß der Lauge aus dem Bottich, durch die Wärme und Sättigung der Lauge mit Kochsalz (die erstere soll nicht unter 35° R., die letztere nicht unter 18° B. herabsinken, aber auch nicht 22° übersteigen), ferner und hauptsächlich durch den Silbergehalt der zu extrahirenden Mehle und deren vollständige Verröstung.

Die entsilberten und gewaschenen Schwarzkupfermehle werden nun aus dem Extractionsbottich aufgehoben, auf eine daneben stehende Rückstandsbühne abgestürzt, daselbst eine genaue Probe davon genommen und auf den Silbergehalt untersucht. Beträgt der Silbergehalt der Rückstände nur 4 De=

nare oder noch weniger, so werden sie der Kupfermanipulation und beziehungsweise der Rückstandsreductionsarbeit übergeben.

Solche Rückstände hingegen, deren Silbergehalt mehr als 4 Denare beträgt, was bei der Extraction der Altgebirger Schwarzkupfer selten der Fall ist, werden für sich auf einem womöglich warmen Orte abgestürzt, hier der weiteren Chlorürung durch Einwirkung der Wärme und der darin enthaltenen auflöslichen Chlorsalze überlassen, und nach einer längeren Zeit der Auslaugung unmittelbar unterzogen.

Bei der Auslaugung ist vorzüglich auf die Reinheit des Filters und darauf Rücksicht zu nehmen, daß der Laugenabfluß möglichst rasch vor sich gehe, daß die Lauge wenigstens 35° R. und 18 bis 22° B. Sättigung besitze. Bei einer höheren Temperatur der Lauge findet die Entsilberung der Mehle noch rascher statt.

Das Filter muß nach jedesmaligem, oder nach jedem zweiten Ausheben der Rückstände aus dem Bottiche herausgenommen und gewaschen werden.

Die Silberfällung und das Verfahren dabei. Die Gefäße, welche in Tajova bei der Silberfällung angewendet werden, sind runde, 2′ breite, 2′ hohe und mit Eisen beschlagene Bottiche, demnach von den Extractionsbottichen nur in der Größe verschieden, die Filter derselben werden mit granulirtem Kupfer besetzt. Die Filtervorrichtung ist sowohl bei den Extractions-, als auch bei den Fällungsbottichen dieselbe. Zur Silberfällung werden sechs Reihen von je drei über einander gestellten Bottichen angewendet, und die Reichlauge zur vollständigen Silberfällung durch alle drei Bottiche so geleitet, daß die Lauge des oberen von dem nächst darunter stehenden Bottichen aufgenommen, und von diesem an den letzten abgegeben wird. Das in der Lauge enthaltene Silber wird in den Fällungsbottichen durch das Kupfer so vollständig gefällt, daß die aus den letzten Bottichen entweichende Lauge nur mehre Spuren davon enthält.

Auf das Filter des ersten Fällungsbottiches wird das feinste Fällkupfer, nämlich jenes, welches aus der Lauge der übrigen Bottiche gefällt wurde, und sich schnell auflöst, aufgetragen, auf das Filter des nächstfolgenden wird grob granulirtes Kupfer und in dem letzten Bottich, der mit zwei in einer Entfernung von 8″ über einander gestellten Filtern versehen ist, auf das obere feineres, auf das untere grobes Kornkupfer aufgelegt.

Das zur Fällung dienende granulirte Kupfer wird beim Spleißen von Gaarkupfer erzeugt. Da aber silberhaltiges Kupfer auf die Silberfällung nicht nachtheilig einwirkt, so kann auch silberhaltiges Fällungskupfer aus bleiigem silberhaltigem Schwarzkupfer, welches ohnehin behufs Entbleiung und vollständigerer Entsilberung geläutert werden muß, bei der Läuterung selbst bis auf den Kupfergehalt von 96 Pfd. concentrirt, sonach granulirt und hierauf zur Silberfällung angewendet werden, wodurch gleichzeitig mit dem Fällungsprozesse auch das im Fällkupfer enthaltene Silber ohne Abgang und Kosten gewonnen wird.

Die Höhe der Kupferlage hängt von der Kerngröße des Fällungskupfers ab, sie beträgt bei feinem Kupfer ½ bis 1 Zoll und bei grobem bis 10 Zoll, wobei stets darauf Rücksicht genommen werden muß, daß durch eine höhere oder dichtere Lage der Kupfergranalien der Laugenabfluß nicht gehemmt werde.

Das Cement[illegible] sich auf die Kupfergranalien, hauptsächlich aber bildet es bei ei[illegible] Zeit enthaltenden ungestörten Silberfällung

eine auf der Oberfläche des Fällkupfers unmittelbar aufruhende, 1—2 Zoll dicke moosartig zusammenhängende, locker abgelagerte Schicht, welche plattenförmig abgenommen werden kann.

Ist der Abfluß der Lauge aus dem Bottiche schwach, demnach durch das auf das Fällungskupfer gefällte Cementsilber gehemmt, so wird dieses rein abgenommen, das gesammte Fällungskupfer aus dem Bottiche herausgehoben, auf einem von starkem Kupferblech verfertigten Durchschlage von dem darin klebenden Silber abgewaschen und sofort neuerdings verwendet. Das Filter, welches gewöhnlich verschwunden ist, wird ebenfalls ausgehoben und ausgewaschen.

Das erhaltene Cementsilber muß mit heißem Wasser so lange gewaschen werden, bis der größte Theil der damit vermengten basischen Oxydchlorsalze mittelst Wasser weggeschwemmt wurde. Das so gewaschene Silber wird gepreßt, getrocknet und in Graphittiegel eingeschmolzen.

Der abgeschwemmte Schlamm enthält viel Silber in fein zertheiltem metallischem Zustande, welches auf die beim Silberamalgamationsprozesse übliche Art am vortheilhaftesten durch Quecksilber gewonnen werden kann. Er wird daher mit 18gradiger Kochsalzlauge zu einem dünnen Brei angemacht, mit Kupferkugeln und Quecksilber in ein kleines Quickfaß eingetragen und durch 24 Stunden in rotirender Bewegung gehalten. Das auf diese Weise erquickte Silber wird durch Ausglühen des erhaltenen Amalgams in einer gußeisernen Retorte metallisch gewonnen und der zurückgebliebene silberarme Schlamm bei der Röstung in geringen Quantitäten zugetheilt.

Die Kupferfällung. Die zu diesem Zwecke hergestellte Kupferfällungslutten bilden einen großen 3 Klafter langen, 8 Schuh breiten, 1 Schuh hohen aus vierzölligen Pfosten bestehenden Kasten, welcher der Länge nach in zwei Theile getheilt ist, um daraus zwei Reihen von einander abgesonderter Lutten zu erhalten. Jede dieser Abtheilungen besitzt 14 gleich große, mit einander in wechselweiser Verbindung stehende und blos mit eingelegten Brettern abgetheilte Lutten, in welchen die Lauge in schlangenförmiger Richtung sich bewegt.

Zur vollständigen Fällung des Kupfers aus der Lauge wird mit diesem Kasten noch ein zweiter ähnlicher, jedoch um die Hälfte kleinerer in Verbindung gebracht. Beide Kästen ruhen auf einer schiefen aus Töpferthon wasserdicht hergestellten Ebene, welche einen Fall von 3½ Zoll besitzt.

Zur Kupferfällung werden die ersten obern acht Lutten mit altem Gußeisen, die nächst darauf folgenden sechs Lutten mit altem Schmiedeeisen und die letzten Lutten mit dem kräftigsten Fällungsmittel, aus Eisenblechabschnitzeln bestehend, besetzt.

Das in der Lauge aufgelöste Kupfer fällt sich auf die Oberfläche des Eisens dendritenartig, mit schöner, dem Kupfer eigenthümlichen rothen Farbe, und wird, da es an Eisen nicht haftet, durch bloßes Umwenden der Eisenstücke abgelöst. Das Abwaschen erfolgt in den Lutten selbst, worauf das am Boden liegen bleibende Cementkupfer mit kleinen hölzernen Trögeln herausgehoben wird. Hierauf wird das Fälleisen zu demselben Zwecke in die Lutte zurückgegeben und das fehlende mit frischem Brucheisen ersetzt, welches stets in die letzte Lutte der betreffenden Eisengattung gelegt wird, das bei der Fällung bereits gebrauchte Eisen aber wird in die oberen Lutten gegeben.

Die Kupferfällung beginnt mit der oberen Lutte und schreitet nach abwärts in derselben Reihenfolge, wie die Lauge in die Lutten sich ergießt. Die Fällung erfolgt um so rascher, je größer der Fall ist, welchen die Lutte besitzt. Ist die Kupferfällung bis in die Hälfte der Luttenzahl hinabgelangt, so wird zur Schonung der Eisenblechabschnitzel zum Ausheben des Cementkupfers geschritten, um die Kupferfällung größtentheils auf Rechnung des viel billigern ualja Eisens zu bewirken.

Das erhaltene Cementkupfer, welches gewöhnlich zwischen 4—12 Loth Silber im Centner enthält, wird in einem von starkem Kupferblech verfertigten, in Holz eingefaßten Durchschlage, in einem zu diesem Zwecke bestimmten hölzernen Kasten gewaschen, um das damit vermengte Eisen anzuhalten; sonach gepreßt und, wie oben bemerkt, der Röstung zugetheilt.

Die nun silber- und kupferlose Extractionslauge gelangt in das Laugenbassin, aus welchem sie mittelst einer hölzernen Pumpe in den Laugenkessel gebracht, daselbst erwärmt und zur Auslaugung neuerdings verwendet wird.

Der Laugenkessel ist von starkem Kupferblech verfertigt, hat 6 Fuß Länge, 3,6 Zoll Breite und 2 Fuß 6 Zoll Höhe, und ist mit einer großen hölzernen Pipe versehen, welche unmittelbar am Boden des Kessels angebracht ist, damit der durch öfteres Aufrühren der Lauge aufgelockerte Bodenschwamm mit derselben durch die Pipe entfernt werde.

Der Wasserkessel hat mit dem obigen Laugenkessel dieselbe Construction, nur ist er kleiner; er hat 5 Fuß Länge, 3 Fuß 6 Zoll Breite, 2 Fuß 6 Zoll Höhe.

Das Erwärmen der Lauge und des Wassers erfolgt mit eigener Heizung in einem zu diesem Zwecke hergestellten Flammofen.

B. Extraction der Rohleche.

Die Silberextraction der Rohleche, welche in den Jahren 1850 bis 1853 in Tajova statt fand, unterscheidet sich von der Schwarzkupferextraction hauptsächlich dadurch, daß die Rohleche aus ökonomischer Rücksicht mit sechs bis acht Feuern im Freien vorgeröstet, hierauf der Stampfe und Mühle zur Zerkleinerung übergeben, und daß die vorgeröstete Leche am unteren Herde bei anhaltender Feuerung vollständig verröstet, und dabei zur gänzlichen Zersetzung der während der Röstung gebildeten schwefelsauren Eisen und Kupfersalze und des antimonsauren Silberoxydes mehrmals mit Kohlenstaub ohne allen Kochsalzzuschlag beschickt wurden. Nach erfolgter Todtröstung wurde die Feuerung eingestellt und abgewartet bis die Temperatur der Parthie zur schwachen Rothgluth herabgesunken war, darnach aber zur Chlorürung des in der Beschickung enthaltenen Silbers 2 bis 3 Procent Kochsalz, gemengt mit 40 bis 50 Pfd. gaar gerösteten Lechmehlen, über die ganze Parthie möglichst gleichförmig zerstreut, und mit dem Rechen in die Mehle fleißig eingerührt. Nach 5 bis 8 Minuten wurde die Röstpost mit der Wandschaufel in die Mitte des Ofens zusammen getragen, hier der Einwirkung der Chlorgase etwa 15 Minuten lang überlassen, und aus dem Ofen gezogen.

Das Verfahren bei den übrigen Rohlechextractionsarbeiten ist mit jenem der Schwarzkupferextraction gleich.



C. Resulate der Rohlech- und Schwarzkupferextraction.

Bei der Rohlechextraction entfiel von den gesammten Manipulationskosten auf eine Mark erzeugten Silbers (laut Ausfall des ersten Quartals 1853) 9 fl. 34 kr. und der gesammte Silberabgang, nämlich der Röstungsabgang und der Silbergehalt der Rückstände betrug 20 bis 24 Proc. Silber.

Von den gesammten bei der Schwarzkupferextraction ausgelegten Manipulationskosten entfällt auf eine Mark erzeugten Silbers (laut Ausfall des dritten Quartals 1854) 3 fl. 56 kr. und der gesammte Silberabgang, nämlich der Röstungsabgang und der Silbergehalt der Rückstände mit Einschluß des Silberverlustes des Rostdurchsteckens auf Schwarzkupfer betrug 6 bis 8 Proc,

Werden die obigen Extractionsausfälle mit den Resultaten der Verbleiung verglichen, bei welcher laut Ausfall des Jahres 1848 von gesammten Manipulationskosten auf eine Mark des erzeugten Silbers 9 fl. 35 kr.
und von dem dabei statt gefundenen Bleiverbrande . . . 7 fl. 26 kr.
mithin zusammen 17 fl. 1 kr.
enthalten sind, so verhalten sich die Manipulationsauslagen zur Erzeugung von 1 Mark Silber bei der Schwarzkupferextraction gegen jene bei der Verbleiung wie 1 : 4,25.

Mit dem Werthe des bei der Verbleiungsmanipulation pro 1 Mark Silber statt gefundenen Bleiverbrandes wurden daher nahezu 2 Mark Silber mittelst der Schwarzkupferextraction gewonnen.

Weitere Vortheile, welche durch die Einführung der Schwarzkupferextraction in Tajova gegenüber den Resultaten der früheren Verbleiung erlangt wurden, sind wesentlich folgende:

1) Eine vollständige Gewinnung des Silbers und schnellere Darstellung des Kupfers aus den entsilberten Schwarzkupfermehlen, indem zur Beschickung für eine Reductionscharge ein Quantum von 30 Ctr. Schwarzkupferrückständen (entsilberten Schwarzkupfermehlen) genügt, woraus eine Zutheilung der zur Reduction des Kupferoxydes nöthigen Oberlechmenge binnen 24 Stunden ein 90- bis 95pfundiges Reductionskupfer im Flammofen erzeugt und sogleich dem Gaarmachen übergeben werden kann. Es sind somit keine großen Reductionsvorräthe und demnach ein kleineres Betriebskapital erforderlich.

2) Die Unschädlichkeit der Schwarzkupferextraction für die Gesundheit der Arbeiter, welche bei der Verbleiung, und rücksichtlich beim Abtreiben des Verbleies von den Bleidämpfen viel zu leiden hatten, während die Chlordämpfe, welche bei der Extraction sich entwickeln, minder gefährlich sind und bei einer entsprechenden Construction des Röstofens aufgefangen und abgeleitet werden können.

3) Einfachheit der Extraction, welche keiner kostspieligen und künstlichen Vorrichtung bedarf, so daß die hierzu nöthigen Apparate durch jeden Zimmermann hergestellt werden können, mithin wieder geringe Anlagskosten erfordern.

4) Die Beseitigung der vielen Krätz- und Nebenproducte, in welchen die Verbleiung stets zu kämpfen hatte, und welche den gemeinen Abschluß derselben erschwerten und die schnelle Metallgewinnung verzögerten.

Die Verbleiung war eine complicirte Manipulation, mit vielen Nach-

arbeiten, deshalb auch mit bedeutenden Auslagen und mit großem Kostenaufwande verbunden, denn es wurden in den Jahren 1848 und 1849 im Durchschnitte bei einer jährlichen Erzeugung von 3130 Mark Silber, und 5730 Ctr. Kupfer, 92,000 Maß (zu 6,46 Cubikfuß) Kohlen und 1524 Klaftern Holz verbraucht, während der jetzige Brennstoffbedarf bei einer durchschnittlichen Erzeugung in den letzten vier Jahren von jährlichen 950 Mark Silber und 4000 Ctr. Kupfer 18,000 Maß Kohlen und 1100 Klafter Holz betrug. Dennoch würde bei der gegenwärtigen Kupfermanipulation, in Folge der Extraction der Schwarzkupfer und der nachherigen Reduction der Schwarzkupferrückstände zu Reductionskupfer, die in den Jahren 1848 und 1849 bei der Verbleiung im Durchschnitte jährlich erzeugte Kupfer- und Silbermenge nur einen Brennstoffaufwand von 26,000 Maß Kohlen und 2000 Klaftern Holz erfordert haben, woraus sich gegen die Verbleiung eine wirkliche Kohlenersparniß von 66,000 Maß und ein größerer Holzverbrauch von 476 Klaftern ergiebt. Diese namhafte Ersparniß an Kohlen muß bei ihrem jetzigen hohen Preise als der größte Vortheil der jetzt in Tajova bestehenden Silber- und Kupfergewinnungsmethode angesehen werden.

Die mit der Tajovaer Schwarzkupferextraction im Zusammenhange stehende Reduction der entsilberten Schwarzkupfermehle basirt sich auf die Reduction des Schwarzkupferoxydes der Extractions-Schwarzkupferrückstände mit reducirenden Zuschlägen. Die Schwarzkupferrückstände, welche größtentheils aus Kupferoxyd bestehen, werden daher mit 40 bis 50 Proc. unverrösteter Oberleche beschickt, und im Spleißofen, meistens aber erst dann eingetragen, wenn der Herd schadhaft geworden und daher zur Fortsetzung des Spleißens nicht mehr geeignet ist. Bei diesem Verfahren wird nicht nur das Kupferoxyd der Schwarzkupferrückstände, welches schon bei einer schwachen Rothgluth durch die Gegenwart des Schwefels reducirt wird, sondern auch das in den Oberlechen enthaltene Kupfer durch das Freiwerden des Schwefels und die Bildung von schwefliger Säure metallisch gewonnen. Diese Reductionsarbeit wird analog dem Spleißen mit Holz betrieben.

Die Schwarzkupferextraction bietet aber auch im Vergleich gegen die obenangeführten Lechextraction in jeder Hinsicht entschiedene Vortheile.

D. Oberlechextraction.

Da die Oberleche von den Rohlechen sich nur darin unterscheiden, daß die ersteren einen geringeren Antimon- und höheren Kupfergehalt besitzen als die letzteren, demnach für die Extraction, hauptsächlich wegen ihres geringeren Antimongehaltes viel geeigneter sind, als die Rohleche, und als geläuterte Rohleche betrachtet werden können, so wird bei der Extraction der Oberleche das bei der Entsilberung der Rohleche angegebene Verfahren in allen Theilen angewendet und blos bei der Verröstung, um dem Silberabgange, welcher in Tajova früher bei der Röstung der Rohleche und vorzüglich bei deren Chlorürung 9 bis 16 Proc. betrug, auszuweichen, die Modifikation eingeleitet, daß die Oberleche im Freien verröstet, sonach zerkleinert, im Röstofen ohne Kochsalz vorsichtig todtgeröstet und die Chlorürung des ohnehin geringen Silbergehaltes (2 bis 4 Loth Silber auf 50 bis 60 Pfd. Kupfer) nicht mit Kochsalz, sondern mit [illegible]tions-rückständen bewerkstelligt wurde. Das Silber wurde [illegible] den

Rückständen enthaltene Kochsalzlauge, so wie Eisen= und Kupferchlorsalze hinlänglich chlorirt.

E. Extraction der bleiischen Schwarzkupfer.

Sie wurde im Jahre 1856 in Tajova eingeleitet. Die bleiischen Schwarzkupfer werden, von den bei den Silberhütten des Schemnitzer Bergdistrictes abgefallenen Lechschmelzenslechen, welche bis zum Jahre 1856 bei den Silberhütten selbst mittelst des Verbleiungsprozesses (bei der ersten und zweiten Entsilberung) entsilbert wurden, erzeugt, indem die mit zehn bis zwölf Feuern verrösteten Lechschmelzleche auf Schwarzkupfer bei den Silberhütten durchgestochen wurden.

Um sowohl das in den bleiischen Schwarzkupfern enthaltene Blei zu gewinnen, als auf nacherfolgter Entbleiung deren Entsilberung mittelst der Extraction möglichst zu erleichtern, und daraus silberarme Rückstände zu erhalten, wurden die bleiischen Schwarzkupfer dem Läuterungsprozesse im Spleißofen übergeben. Das Einschmelzen derselben muß rasch in einem Ueberschuß von reducirenden Gasen, um die Oxydation desselben zu vermeiden, geschehen; nach erfolgtem Einschmelzen des Kupfers wird die Ofenreparatur so niedrig gehalten, daß das Kupfer zwar im flüssigem Zustande verbleibt, jedoch der Oxydationsprozeß bei mäßiger Gebläseluft ruhig vor sich geht, um den Blei= und Silberabgang, der bei einem hitzigen Treiben statt findet, auszuweichen. Durch die Einwirkung der Gebläseluft wird vorerst das Blei und Eisen mit etwas Kupfer oxydirt, und als Abzugsschlacke von der Oberfläche des flüssigen Kupfers auf die beim Spleißen übliche Art, jedoch nie vollständig abgezogen, sondern immer darauf gesehen, daß davon eine dünne Haut auf dem Kupfer zurückbleibe, und diese Oxydation so lange fortgesetzt, bis der größte Theil des Bleies entfernt ist und die gewonnene Probe die erforderliche Cementation bezüglich des Kupfergehaltes angiebt. Zeigt die gewonnene Probe den Kupfergehalt von etwa 84 Pfd. an, welcher ohne Nachtheil des folgenden Extractionsprozesses nicht überschritten werden darf, so wird zum Abstechen geschritten, das Kupfer aus dem Tiegel ausgeschöpft und auf die bei dem Zerkleinern des Schwarzkupfers beschriebene Art auf einer Gußplatte zerrieben. Die weitere Zerkleinerung und Behandlung bei der Extraction geschieht wie bei der Schwarzkupferextraction.

Wenn das Läuterkupfer einen Silbergehalt von 12 Loth und darüber besitzt, so muß dasselbe zur Vermeidung der Silberabgänge bei einer niederen Temperatur unter Anwendung von Ruthenbündeln verröstet werden. Die verrösteten Mehle geben jedoch nach ihrer Entsilberung einen Rückstand, der noch 1 bis 2 Loth Silber hält, demnach zu reich ist, als daß derselbe der Reduction zur weiteren Kupfergewinnung übergeben werden könnte. Da aber die Gewinnung des in den Läuterkupferrückständen (entsilberten Läuterkupfermehlen) noch zurückgebliebenen Silbers mit geringen Kosten erreicht werden kann, so werden diese reichen Rückstände im Verhältniß ihres Silbergehaltes mit 2 bis 4 Proc. Kochsalz beschickt, und auf den unteren Rostherd in 5 Ctr. großen Parthien eingetragen, jedoch allmälig, um den glühenden Herd nicht abzukühlen. Das Eintragen ist in der Regel binnen einer Stunde beendet.

Die Röstungsdauer ist 3 bis 4 Stunden, in welcher Zeit die Mehle durch die Rostfeuerung, theils durch Kohlenstaubzutheilung.

hafter Rothgluth erhalten, fleißig gewendet und mit der Rostkrücke vom Herde rein weggerückt werden.

Die so verrösteten reichen Läuterkupferrückstände werden gewöhnlich bei der Auslaugung bis auf einen Gehalt von 2 bis 4 Denar Silber entsilbert und die Kupfermanipulation, beziehungsweise der Reductionsarbeit überwiesen, die bei der Läuterung der bleiischen Schwarzkupfer erhaltenen bleireichen Läuterungsabzüge aber behufs der Bleigewinnung für sich im Schachtofen eingeschmolzen.

Am bleiischem Schwarzkupfer wurden seit dem Jahre 1856 bei der Tajovaer k. k. Kupferhütte 2090 Ctr. bereits eingelöst, und daraus bis jetzt an Blei 190 Ctr. erhalten.

Bei der Entsilberung der bleiischen Schwarzkupfer in Tajova hat sich ein gesammter Silberabgang, nämlich bei der Läuterung und Extraction zusammen von 12 bis 20 Proc. ergeben, welcher jedoch dem obberührten Extractionsverfahren aus dem Grunde nicht zur Last gelegt werden kann, weil eine genaue Probenahme von dem bleiischen Schwarzkupfer nie erzielt werden kann, indem der Silbergehalt der Kupferscheiben von Außen gegen Innen in Folge der an der äußeren Fläche statt findenden größeren und das Silber mit sich reißenden Bleiausscheidung nun 14 bis 47 Proc. abnimmt.

Um diesen Beirrungen zu entgehen, werden künftig von den Silberhütten nicht Schwarzkupfer, sondern concentrirte 40 bis 50 Pfd. Kupfer haltende Kupferleche, welche aus den Lechschmelzenslechen erzeugt wurden, eingelöst. Durch dieses Verfahren wird es möglich, den größten Theil des in den Lechschmelzenslechen enthaltenen Bleies und Goldes in einer geringen Menge des bei dieser Arbeit gleichzeitig abfallenden Schwarzkupfers zu gewinnen und an die Tajovaer k. k. Kupferhütte die bereits entbleieten und entgoldeten, aber in Kupfer concentrirten silberhaltigen Leche abzuleiten.

F. Silberextraction.

Endlich wurden bei der Tajovaer Extractionsanstalt Schemnitzer silber- und schwefelarme im Durchschnitte nur 2 Loth silberhaltende Silbererze und Schlieche der Extraction unterzogen, und davon 600 Ctr. mit einem Silberverluste von 9 Proc. entsilbert.

Zur Röstung wurden 4 Ctr. Erzmehle auf eine Röstungspartie vorgewogen, diese mit 8 Proc. Kochsalz beschickt, auf den oberen Herde aufgetragen, daselbst in 3 Stunden vorgeröstet und in eben derselben Zeit am unteren Herd bei einer mäßigen Feuerung gaar geröstet. Die Entsilberung der verrösteten Erzmehle mittelst der Extractionslauge ging nicht nur rasch, sondern mit so günstigem Erfolge vor sich, daß die entsilberten Erzmehle nur 1 bis 3 Denar pro Centner zurückhielten, und der Brennstoffverbrauch war so gering, daß zur Röstung von 100 Ctr. Erze und Schlieche nur 0,96 Klaftern dreischuhiges Holz und 5,5 Klaftern zweischuhiges Reisegebündel und zum Wärmen der Lauge 1,33 Klafter dreischuhiges Holz verwendet wurden.

Von den gesammten bei diesem Versuche ausgelaugten Manipulationskosten entfiel auf 1 Ctr. der entsilberten Erze und Schlieche 1 fl. Nebstbei wurden 414 Pfd. Cementkupfer erhalten.

Die bisherigen, [illegible] mit Erzen, als auch mit verschiedenen Hüttenproducten [illegible] Tajo[illegible] [illegible]führten [illegible]tionsversuche und deren Resultate [illegible] [illegible]sse, [illegible] Silber- und Kupfererze (wenn

sie keinen hohen Bleigehalt besitzen) wie auch alle Schwarzkupfer, selbst auch bleiische, wenn sie vorher auf die oben beschriebene Art entbleiet wurden, und die kupferreichen Oberleche mittelst der Extraction mit bedeutend günstigerem Erfolge, als durch die übliche Verbleiung entsilbert werden können.

Nachdem ferner die zu Tajova gegenwärtig noch versuchsweise bestehende Extractionsvorrichtung in Folge der ungünstigen etagenförmigen Zusammenstellung und der ungeschützten Lage derselben gegen den Einfluß der Winterkälte an manchen Uebelständen leidet, so ist die gegründete Hoffnung vorhanden, daß nach Beseitigung derselben, insbesondere, wenn die Extractionslauge nicht mit eigener Heizung, sondern mit der Ueberhitze der Röst- oder Spleißöfen erwärmt, und die Auslaugung in ganz geschlossenem Raume, in welchem die Temperatur zu jeder Jahreszeit beliebig regulirt werden kann, vorgenommen und anstatt der jetzigen kostspieligen runden Bottiche große viereckige Holzkästen, wie einige bereits seit längerer Zeit bestehen, angewendet würden, die Extractionserfolge sich noch viel günstiger stellen dürften.

Seit der Einführung der Schwarzkupferextraction wurden bis jetzt aus den in Tajova entsilberten sowohl bleiischen als bleilosen Schwarzkupfern 3,765 Mark Silber erzeugt.

G. Extraction des Kupfers aus den Kupfererzen.

Was die Extraction des Kupfers aus den Gelb- und Fahlerzen anbelangt, dürfte es für dießmal, bis die Kupfergewinnungsart current eingeleitet ist, genügen, anzuführen, daß in Tajova mittelst des Extractionsprozesses bereits 734 Ctr. größtentheils Fahlerze, deren Entkupferung in Folge ihres hohen Antimongehaltes mit vielen Schwierigkeiten verbunden war, dennoch mit gutem Erfolge entkupfert und entsilbert wurden. Die Entsilberung der verrösteten Fahlerze gelang so vollständig, daß in den entsilberten Erzmehlen nur Spuren von Silber nachgewiesen werden konnten, und der gesammte Kupferabgang ungeachtet der oben beschriebenen Uebelstände der Extractionsvorrichtung, hauptsächlich aber wegen der ungeschickten Lage derselben (dieser Versuch wurde im Winter ausgeführt) bei fünfpfündigem Durchschnittsgehalte der Kupfererze nur 12 Proc. betrug. Die Resultate dieses Versuches haben nachgewiesen, daß die Gewinnung des Kupfers vorzüglich aus den mindergehältigen quarzigen Kupfererzen, deren Verhüttung bis jetzt wegen der Kostspieligkeit des Schmelzprozesses unterlassen werden mußte, im Wege der Extraction mit günstigem Erfolge bewerkstelligt werden kann.

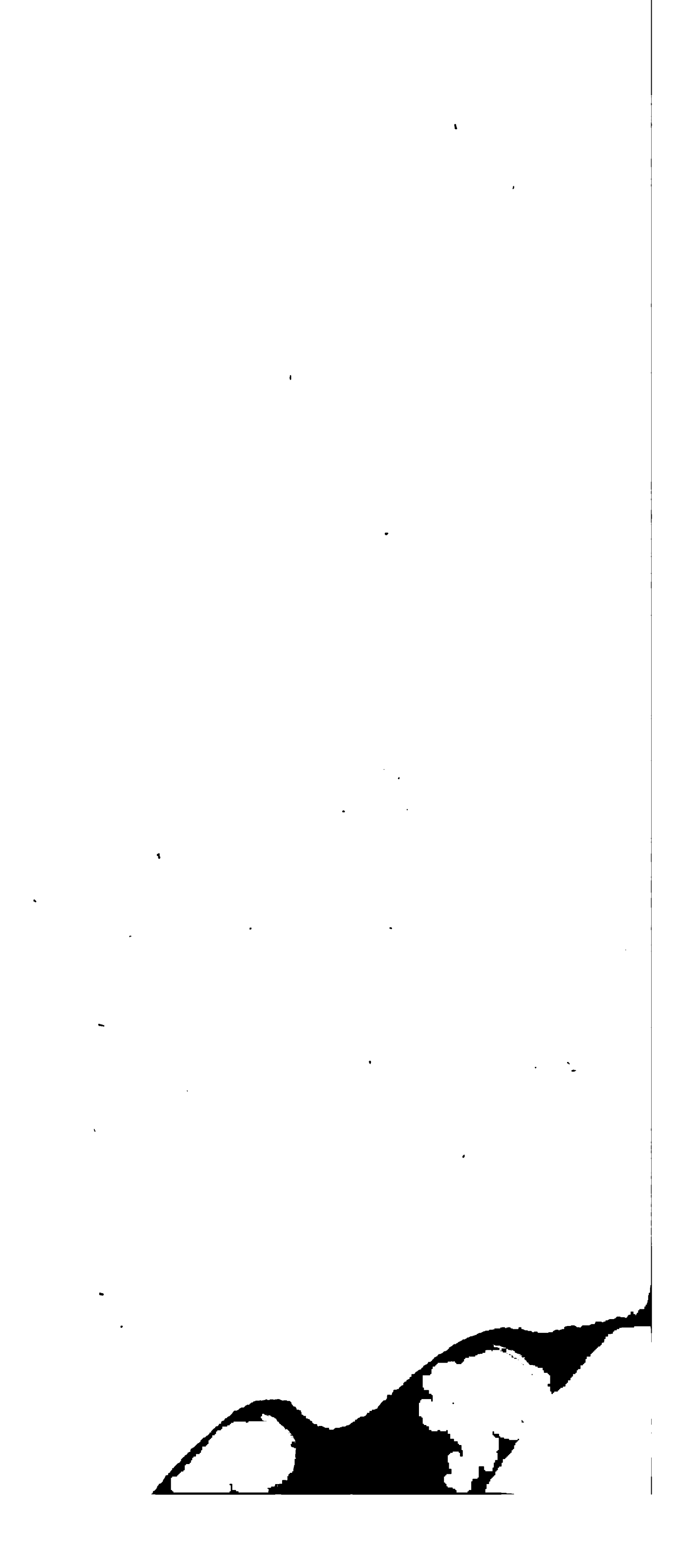
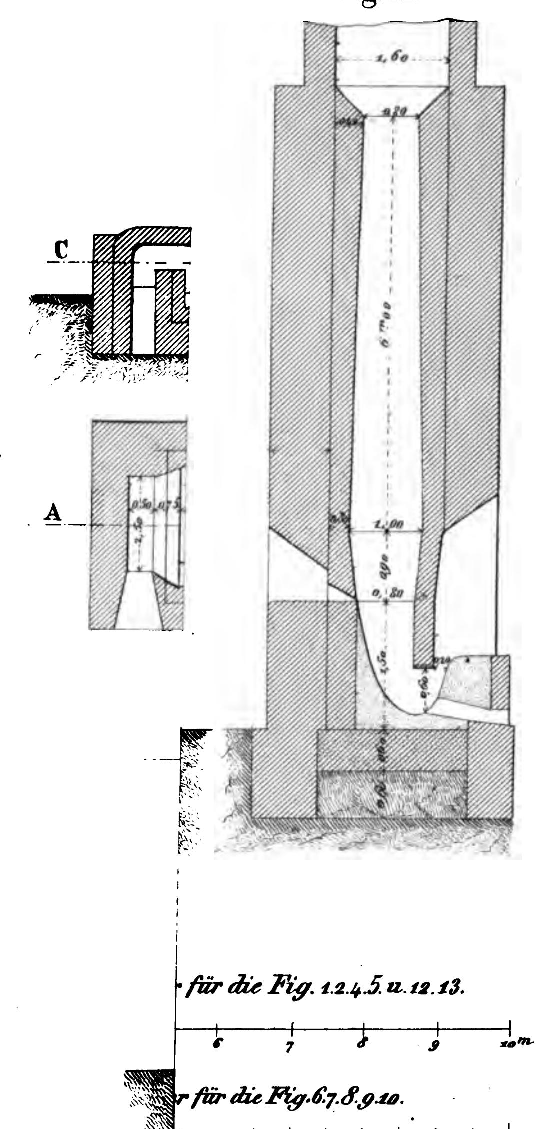


Fig. 12.



für die Fig. 1.2.4.5. u. 12.13.

6 7 8 9 10m

r für die Fig. 6.7.8.9.10.

11 12 13 14 15 16 17 18 19 20m

C Dietlein i. Naumburg.

